

ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОВОЗ ТЭП70



ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОВОЗ ТЭП70



МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1976

Пассажирский тепловоз ТЭП70 М, «Транспорт», 1976. 232 с. Авт.: В. Г. Быков, Б. Н. Морозкин, Г. Е. Серделевич, Ю. В. Хлебников, В. М. Ширяев.

В книге рассмотрены конструктивные особенности тепловоза ТЭП70, его агрегатов и систем дизель-генератора 2А-9ДГ, электрического оборудования, экипажной части.

Предназначена для машинистов тепловоза и их помощников, а также может быть полезна учащимся профессионально-технических школ, техникумов и инженерно-техническим работникам.

Ил. 115, табл. 7, список лит. 4 назв.

Книгу написали:

введение и главы I и V — Ю. В. ХЛЕБНИКОВ;
главу II — В. Г. БЫКОВ и В. М. ШИРЯЕВ;
главу III — Г. Е. СЕРДЕЛЕВИЧ;
главу IV — Б. Н. МОРОШКИН.

Юрий Васильевич Хлебников
Георгий Евгеньевич Серделевич
Борис Николаевич Морозкин
Вячеслав Григорьевич Быков
Вадим Михайлович Ширяев

ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОВОЗ ТЭП70

Редактор В. Е. Мельников
Обложка художника Г. П. Казаковцева
Технический редактор Л. И. Широкогорова
Корректор В. Н. Яговкина

Сдано в набор 13/II 1976 г. Подписано к печати 22/VI 1976 г.

Бумага 60×90¹/₁₆, тип № 2. Печ. л. 16,5 (1 вкл.) Уч.-изд. л. 19,02 Тираж 10 000 Т08629.

Изд. № 1-3-2/1 № 7184 Зак. тип. 323. Цена 1 р. 14 к

Изд-во «ТРАНСПОРТ», Москва, Басманный туп., 6а

г. Куйбышев, проспект Карла Маркса, 201. Типография изд-ва «Болжская коммуна».

Коломенский тепловозостроительный завод с 1959 г. разрабатывает конструкции магистральных пассажирских тепловозов и газотурбовозов. В 1960 г. заводом был построен пассажирский тепловоз ТЭП60 мощностью по дизелю 3000 л. с. с конструкционной скоростью 160 км/ч. Проведенные в 1961 г. испытания со скоростью движения до 193 км/ч показали хорошие динамические характеристики первого отечественного пассажирского тепловоза.

Технико-экономические расчеты показывают, что создание пассажирского тепловоза мощностью 4000 л. с. в одной секции повышает маршрутную скорость движения, сокращает потребный парк локомотивов, снижает расходы на ремонт, обслуживание и пр. На подъеме 9‰ равновесная скорость локомотива мощностью 4000 л. с. почти на 25% больше скорости, развиваемой тепловозом ТЭП60.

В связи с этим в 1973 г. был изготовлен новый пассажирский тепловоз ТЭП70 мощностью 4000 л. с. в секции с нагрузкой от колесной пары на рельс 21,5 тс. Тепловоз имеет электрическую передачу мощности переменного тока, разработанную на Харьковском заводе Электротяжмаш, и четырехтактный дизель 16ЧН 26/26 Коломенского завода.

Рост секционной мощности локомотива потребовал увеличения количества воздуха для охлаждения электрических машин и аппаратов, масла, воды и наддувочного воздуха дизеля. Для тепловоза мощностью 4000 л. с. потребность в воздухе, охлаждающем только электрические машины, достигает почти 70 000 м³/ч, что в 1,7 раза больше, чем для охлаждения электрических машин тепловоза ТЭП60. Наряду с увеличением количества потребляемого воздуха резко повысились требования к качеству его очистки.

Если на тепловозе ТЭП60 степень очистки не превышает 30%, то на тепловозе ТЭП70 по требованию изготовителей электрических машин она составляет 70%. Все это увеличивает вес и габариты вентиляторов и фильтрующих устройств, усложняет компоновку узлов тепловоза. В связи с этим на тепловозе ТЭП70 применено централизованное воздушоснабжение системы охлаждения электрических машин и аппаратов. Применение осевого вентилятора с к. п. д. 0,85—0,90 и механическим приводом от дизель-генератора вместо обычно применяемых центробежных вентиляторов с к.п.д. 0,60—0,65 и электрическим приводом с к.п.д. 0,80—0,85 значительно уменьшило массу системы и величину отбора мощности на вспомогательные нужды тепловоза.

Проектирование более мощного пассажирского локомотива, чем серийно выпускаемый заводом тепловоз ТЭП60, при значительных габаритных и весовых ограничениях определило использование крыши кузова в качестве силового элемента для размещения ряда вспомогательных узлов и агрегатов. Такой подход к проектированию при блочном принципе компоновки узлов и агрегатов значительно упростил процесс сборки и ремонта, а главное, позволил создать локомотив, длина которого по осям автосцепки всего на 1220 мм больше длины тепловоза ТЭП60. Применение в конструкции кузова профилей из низколегированной стали 09Г2 и алюминиевых сплавов в каркасе крыш, наружной обшивке, корпусе вентилятора, диффузоров и др. позволило получить по результатам взвешивания порожнюю массу тепловоза, равную 122 200 кг.

Для быстреего освоения в производстве и эксплуатации тепловоз ТЭП70 создан на базе проверенной и имеющей хорошие тяговые и динамические характеристики тележки тепловоза ТЭП60. Однако для уменьшения контактных напряжений по требованию Министерства путей сообщения диаметр колес увеличен с 1050 до 1220 мм. Механизм передачи крутящего момента от вала тягового электродвигателя к колесам при помощи полого вала и эластичной рычажно-шарнирной муфты оставлен таким же, как на тепловозе ТЭП60.

КОМПОНОВКА ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ТЕПЛОВОЗА

Конструктивные особенности

Односекционный тепловоз ТЭП70 с электрической передачей переменного-постоянного тока (рис. 1), предназначенный для вождения пассажирских поездов, имеет две кабины управления.

В каждой кабине ниже лобового окна установлен осветительный прожектор. Смену лампы и регулировку направления света прожектора осуществляют из кабины машиниста. Для этой цели над местом установки прожектора на пульте предусмотрена съемная панель. Для очистки стекол лобовых окон имеются стеклоочистители, а начиная с третьего тепловоза, — устройство для обмыва лобовых стекол. Для работы в солнечные дни перед лобовыми окнами установлены тентовые щитки, а начиная с третьего тепловоза — противосолнечные шторы.

В каждой кабине за регулируемые сиденьями для машиниста и его помощника установлены калориферы, воздух к которым на первых тепловозах подается из канала системы централизованного воздухообеспечения, а вода для подогрева этого воздуха — из системы охлаждения дизеля. В зимнее время лобовые стекла кабин обдуваются подогретым воздухом.

На первом тепловозе сиденье машиниста отодвинуто от бокового окна для свободного подхода к нему, а на втором и последующих — несколько приближено к окну, чтобы на задней стенке кабины разместить откидное сиденье.

Пульт управления с контрольно-измерительными приборами, выполненный в виде единой конструкции, установлен вдоль лобового окна по всей ширине кабины машиниста. В верхней части лобового окна размещен локомотивный светофор. На пульте управления около помощника машиниста расположены несколько тумблеров, кнопка бдительности, кнопки тифона и свистка. Радиотелефон поставлен на пульте ближе к машинисту. Скоростемер в правом переднем углу кабины развернут так, чтобы его показания были видны и машинисту, и помощнику. В средней части пульта установлен специальный ключ с конечным выключателем для аварийного останова тепловоза.

Машинное отделение тепловоза отделено от передней кабины машиниста высоковольтной камерой, а от задней — шкафом для посуды и одежды бригады. Таким образом, тамбуры

образованы задней стенкой кабин, высоковольтной камерой и шкафом.

Оборудование в машинном отделении размещено на раме тепловоза и прикреплено к крышевым блокам. На раме установлены: высоковольтная камера 1 (рис. 2), выпрямительная установка 2, осевой вентилятор 4, санитарный узел 8 с умывальником, дизель-генератор 9, подогреватель топлива 11, редуктор привода гидронасосов 13, маслопрокачивающий насос 14 с электродвигателем, топливоподкачивающий насос 15 с электродвигателем, тормозной компрессор 16 с электродвигателем, воздушные резервуары 17, шкаф для одежды и посуды 19 и воздухораспределитель 20 пневматического тормоза тепловоза.

На внутренней стороне секций крыши тепловоза установлены: резервуар противопожарной автоматической системы 28, блок фильтров для очистки воздуха охлаждения электрических машин 27, блок охлаждающего устройства (двойной) 23, глушитель 25, бак масляной системы привода вентиляторов 31, бак водяной системы дизеля 24 и на задней стенке кабин в каждом тамбуре имеются по две песочницы 30.

Принятая компоновка агрегатов посередине рамы тепловоза, крепление значительной части оборудования к крыше и применение централизованной системы воздухоснабжения обеспечили свободный проход через машинное отделение вдоль бо-

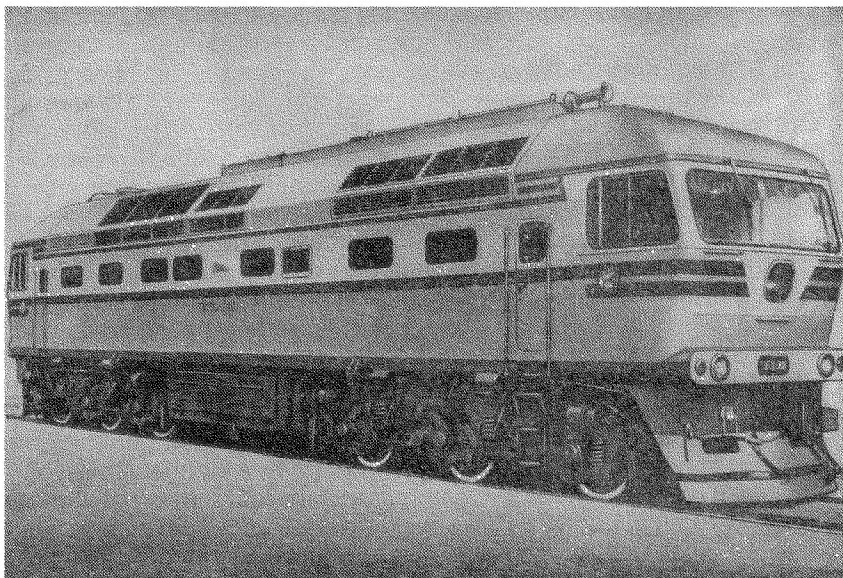


Рис. 1. Пассажирский тепловоз ТЭП70

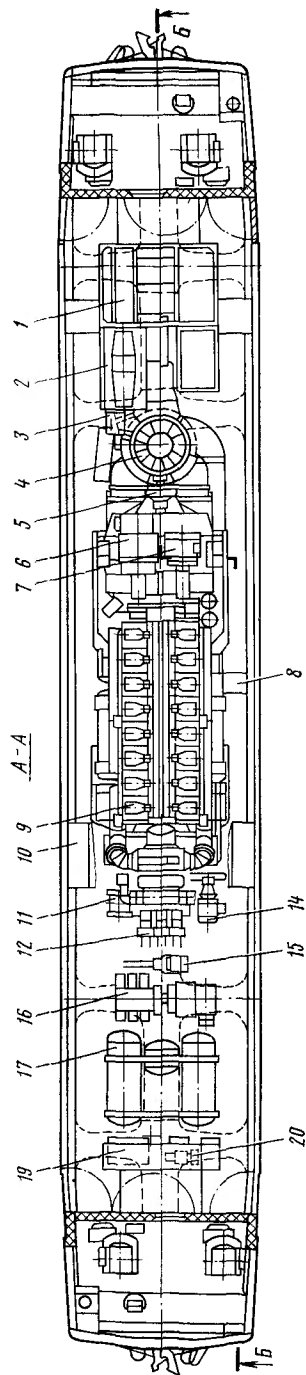
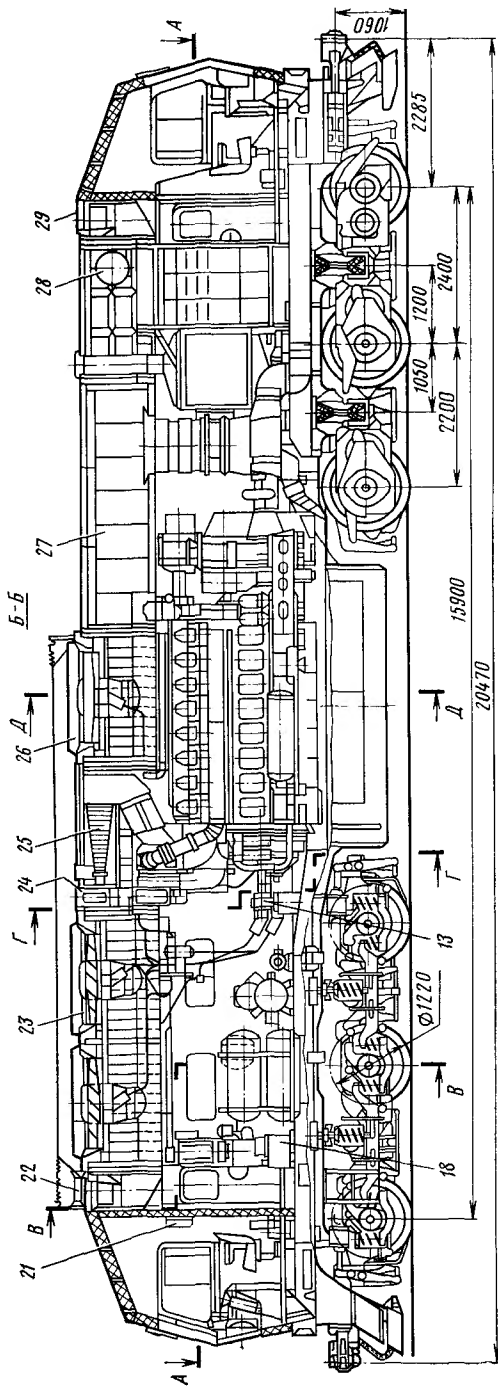
ковых стенок кузова. Освещение машинного помещения обеспечивается естественным светом через семь (на каждой боковой стороне) окон. В машинном помещении установлено двенадцать плафонов основного и восемь плафонов дополнительного освещения.

Выемка дизель-генератора, тормозного компрессора, осевого вентилятора или другого крупного узла возможна при снятии одного из крышевых блоков. На боковой поверхности крышевого блока, установленного рядом с передней кабиной, расположены шесть (по три с каждой стороны тепловоза) люков для вентиляции машинного помещения. В эти люки вставлены кассеты с набором сеток для фильтрации воздуха и набивка из поропласта пенополиуретанового, специально химически обработанного для получения свободной пористости. Снаружи тепловоза люки имеют неподвижные жалюзи, а внутри кузова установлены крышки, которыми при необходимости можно закрывать проход воздуха в машинное помещение. В боковых проходах машинного отделения пол сделан из алюминиевых плит. На боковой стенке установлены звуковой сигнал для вызова помощника из машинного отделения в кабину машиниста и датчики противопожарной сигнализации.

Кузов тепловоза вместе с вваренным в раму баком для топлива, кабинами и путеочистителями создает единую конструкцию с хорошими аэродинамическими качествами. Выполнение лобовой части кузова без сферических поверхностей и установка прожектора ниже окон кабины придают тепловозу современный внешний вид. На боковой стенке бака имеются крышки, закрывающие ниши для установки аккумуляторных батарей.

На боковых стенках в средней части кузова закреплены воздухоочистители дизеля 10. На наружных боковых стенках на высоте окон кузова размещены регулируемые жалюзи, через которые воздух попадает в воздухоочиститель. Жалюзи, установленные на боковых стенках кузова и на корпусе воздухоочистителя, соединены рычажной передачей, что позволяет одной рукояткой закрывать наружные и одновременно открывать внутренние жалюзи, установленные на корпусе воздухоочистителя, и тем самым обеспечивать забор воздуха из машинного помещения. Вдоль боковых стенок кузова в нижней их части, примыкающей к раме, укреплены силовые кабели электрооборудования тепловоза 32. Снаружи они закрыты съемным кожухом, что обеспечивает свободный доступ для монтажа и осмотра.

Кузов тепловоза установлен на две трехосные сбалансированные бесчелюстные тележки. На каждую тележку кузов опирается на две вертикальные центральные и четыре боковые опоры. Вертикальные опоры маятникового типа, расположенные вдоль продольной оси, снабжены по обоим концам



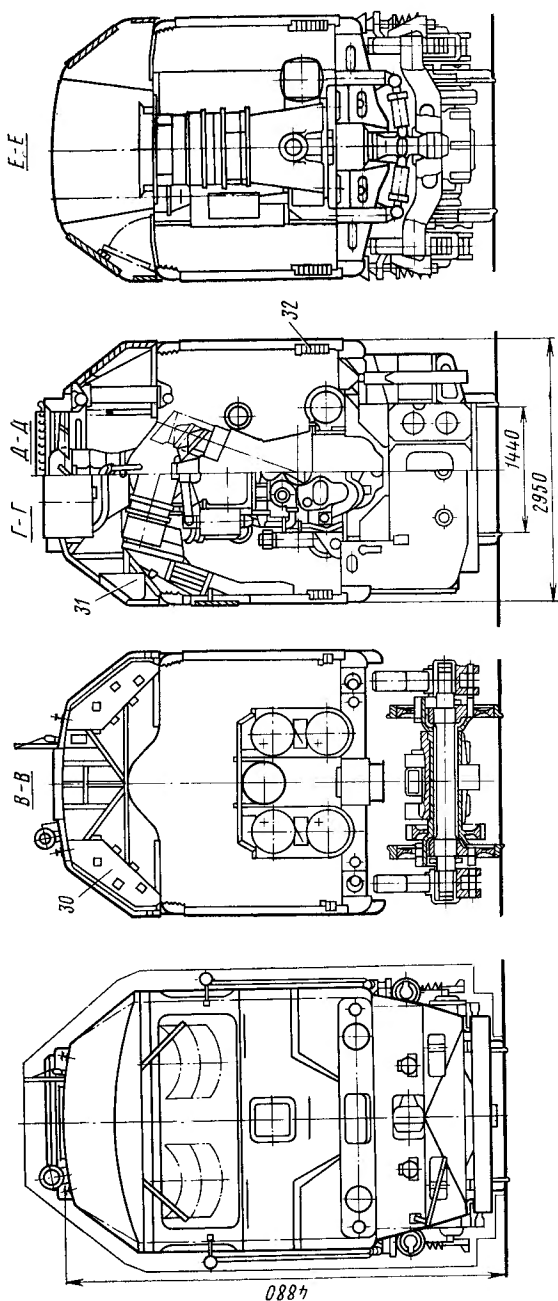


Рис 2 Компоновка основных узлов тепловоза ТЭП70

1 — высоковольтная камера, 2 — выпрямительная установка, 3 — блок возбуждения главного генератора, 4 — осевой вентилятор централизованной системы воздушоснабжения, 5 — оболочковая муфта, 6 — стартер генератор, 7 — возбудитель, 8 — санузел, 9 — дизель генератор, 10 — воздухоочиститель, 11 — по подогреватель топлива, 12 — гидронасос, 13 — редуктор гидронасосов, 14 — маслопротачивающий насос, 15 — топливоподкачивающий насос, 16 — компрессор тормозной системы, 17 — воздушные

резервуары, 18 — блок питания электропневматического тормоза, 19 — шкаф для одежды и посуды, 20 — воздухораспределитель, 21 — огнегаситель, 22 — тифон, 23 — блок охлаждающего устройства двойной, 24 — бак водяной, 25 — глушитель, 26 — блок охлаждающего устройства одиночный, 27 — блок фильтров центральной системы воздушоснабжения, 28 — резервуар протирочно жарной системы, 29 — лок на крыше, 30 — песочницы, 31 — бак масляной системы, 32 — провода силовые

резиновыми конусами. Четыре пружинные боковые опоры конструктивно выполнены так, что при прохождении кривых они позволяют раме тележки поворачиваться и иметь свободное поперечное перемещение. Между кузовом и тележкой упругая связь. Маятниковые опоры в вертикальном положении удерживают пружинные растяжки — возвращающие аппараты. При отклонении тележки от среднего положения эти аппараты увеличивают возвращающие силы предварительно затянутых пружин и возвращают ее в исходное положение.

Рессорное подвешивание на тепловозе — сбалансированное двухступенчатое. Первая ступень рессорного подвешивания тележки состоит из цилиндрических пружин и листовых рессор, соединенных между собой при помощи буксовых и рессорных балансиров. Роль второй ступени подвешивания для восприятия сил при вертикальной качке выполняют резиновые конуса главных опор, а при боковой — пружинные боковые опоры.

Тяговые электродвигатели укреплены (подвешены) к раме тележки через резиновые амортизаторы, и их масса входит в наддресоренное строение тепловоза. Такое подвешивание тяговых двигателей обеспечивает значительное (почти вдвое) снижение неподдресоренной массы и прежде всего снижает вредное воздействие локомотива на железнодорожный путь, улучшает условия работы тяговых электродвигателей.

Окна тепловоза, расположенные в кабине машиниста и кузове, установлены в плоскости наружной обшивки без углублений, что снижает аэродинамическое сопротивление движению и упрощает их механизированную очистку и мойку. Наружные двери открываются в тамбуры.

Просторные кабины машиниста отделены от дизельного помещения тепло- и звукоизолированными стенками. С некоторым смещением в сторону помощника машиниста на заднюю стенку навешены двери кабины. Вдоль лобового окна размещен единый пульт управления, на котором расположены приборы контроля и управления тепловозом. Яркость освещения кабин регулируется. Приборы на пульте подсвечиваются отраженным рассеивающим светом при помощи выдвинутого козырька.

В средней части пульта передней кабины имеется привод ручного тормоза, а в задней кабине — бытовой холодильник. В средней части дизельного помещения размещен санитарный узел (унитаз, умывальник и водяной бачок с подогревателем).

Силовая установка, состоящая из дизеля и тягового генератора, расположена посередине тепловоза на поддизельной раме. Четырехтактный дизель мощностью 4000 л. с. имеет газотурбинный наддув с охлаждением наддувочного воздуха и выпускных коллекторов. На синхронном шестифазном тяговом генераторе переменного тока с независимым возбуждением и принудительным охлаждением размещены стартер-генератор и возбудитель, крутящий момент к которым передается через

раздаточный редуктор дизеля. Поддизельная рама на тепловозе установлена на резиновые амортизаторы. Исследования эффективности установки дизель-генератора на резинометаллические амортизаторы показали, что поддизельные амортизаторы исключают жесткую связь с рамой локомотива, уменьшают передачу динамических воздействий (частотную вибрацию) от дизеля на раму и другие агрегаты, снижают уровень звуковых вибраций в кабине машиниста и улучшают условия работы бригады.

Дизель-генератор установлен на 22 опорных и четырех упорных амортизаторах, которые по размерам и параметрам взаимозаменяемы с амортизаторами тепловоза ТЭП60. Для снижения массы на опорной металлургической поверхности амортизаторов сделаны выемки. Опорный амортизатор состоит из двух стальных опорных плит, между которыми привулканизирован слой резины толщиной 30 мм.

Агрегаты масляной системы дизеля (охладитель масла, фильтры грубой очистки, центробежные фильтры тонкой очистки и трубопровод) расположены на дизеле и его подрамнике. Со стороны тягового генератора установлен осевой вентилятор системы централизованного воздухообеспечения, который через эластичную оболочковую муфту и угловой редуктор получает крутящий момент от вала генератора.

Съемная крыша кузова блочного типа (рис. 3) состоит из следующих блоков и отсеков: двух блоков охлаждающего устройства, блока фильтров системы централизованного воздухообеспечения, блока с глушителем на выходе из дизеля, двух крышевых блоков кабин машиниста и отсека над высоковольтной камерой, в котором предусмотрена установка блока реостатного тормоза. Блочный принцип компоновки узлов и агрегатов позволяет изготавливать и ремонтировать узлы на специализированных участках, что упрощает технологию сборки и ремонта тепловоза.

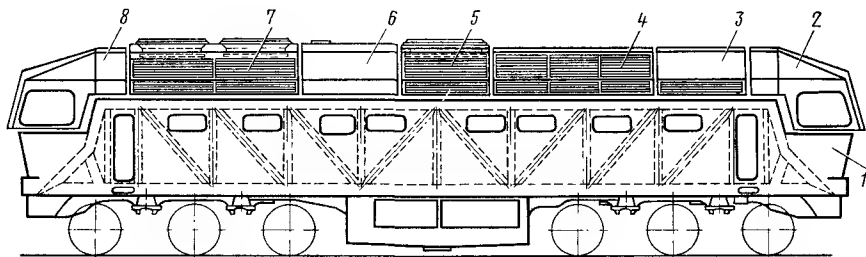


Рис. 3. Конструктивная схема кузова со съемными крышами блочного типа: 1 — несущий остова кузова с рамой; 2 — блоки крыш кабин машиниста; 3 — крыша над высоковольтной камерой; 4 — блок фильтров централизованного воздухообеспечения; 5, 7 — блоки охлаждающего устройства одинарный и двойной; 6 — блок глушителя

Осевой вентилятор засасывает воздух с двух боковых сторон кузова через блок фильтров воздухоприемной камеры, внутри которой расположен входной коллектор вентилятора. Блок фильтров, состоящий из набора отдельных кассет, смонтирован на специальном каркасе съемной части крыши. Конструкция крепления кассет обеспечивает быструю постановку и выемку их из блока через люки, размещенные снизу блока фильтров над обоими проходами внутри тепловоза. При необходимости забор воздуха для охлаждения электрических машин можно осуществить из дизельного помещения, если снять крышки люков, через которые производят монтаж кассет. Основные каналы централизованной системы воздухообеспечения вварены в раму тепловоза, из которых по отдельным патрубкам воздух поступает ко всем потребителям.

Воздух для работы дизеля проходит через двухступенчатый воздухоочиститель. Первая ступень воздухоочистителя представляет собой фильтр непрерывного действия, выполненного в виде поворотного колеса, заполненного набором гофрированных сеток, а вторая неподвижная ступень имеет набивку из пенополиуретанового поропласта.

Система охлаждения воды, масла и наддувочного воздуха дизеля выполнена двухконтурной. В первом контуре охлаждается вода дизеля, во втором — вода для охлаждения наддувочного воздуха в охладителе и масло дизеля в теплообменнике. Охлаждающее устройство расположено в двух крышевых блоках холодильника. Один блок установлен над дизелем, а второй (сдвоенный) размещен рядом с тамбуром задней кабины машиниста. Холодильники системы охлаждения выполнены из плоскотрубчатых секций с шагом оребрения 2,3 мм, расположенных в один ряд.

Двадцать две секции радиаторов первого контура расположены в одинарном блоке холодильника и семь — в сдвоенном. Сорок секций радиаторов второго контура размещены в сдвоенном блоке холодильника. Отличительной особенностью охлаждающего устройства является последовательное включение групп секций, что увеличило скорость движения воды в них и повысило коэффициент теплопередачи.

В сдвоенном блоке установлена одна укороченная секция для охлаждения масла системы гидростатического привода.

В обоих контурах охлаждающего устройства из-за крышевого расположения блоков холодильника применены укороченные водо-воздушные секции с рабочей длиной 710 мм. Для охлаждения воды воздухом имеются три осевых вентилятора с диаметром колеса 1400 мм и гидростатическим приводом. Гидромоторы (вращающие вентиляторы) работают под давлением масла, создаваемым гидронасосами, которые закреплены на корпусе редуктора, установленного на раме тепловоза со стороны насосного торца дизеля. Режим работы гидромоторов

и гидронасосов поддерживает терморегулятор, который автоматически изменяет частоту вращения вентилятора, а также заданный диапазон температур воды и масла, охлаждающих дизель.

Выпрямительная установка и высоковольтная камера выполнены с центральным расположением в кузове со стороны тягового генератора. Высоковольтная камера установлена на раме тепловоза и имеет три отсека: силовой с аппаратами высокого напряжения (реверс, поездные контакторы, контакторы ослабления поля), отсек с аппаратами низкого напряжения (реле и блоки управления) и отсек с регулировочными резисторами. Такое размещение высоковольтной камеры обеспечивает удобный подход к любому аппарату во время обслуживания и настройки.

Установленное электрооборудование обеспечивает передачу мощности и трансформацию момента от вала дизеля к движущим колесам при автоматическом регулировании силы тяги и скорости движения, а также автоматическую защиту дизеля и остановку тепловоза при аварийных режимах. Электрооборудование также обеспечивает запуск дизеля, работу тормозного компрессора, топливоподкачивающего и маслопрокачивающего насосов, подогрев воздуха для обдува лобовых стекол кабины машиниста и др.

Тепловоз оборудован автоматической локомотивной сигнализацией с автостопом, электропневматическим тормозом, противопожарной установкой с автоматической системой сигнализации и радиостанцией. Для повышения эксплуатационной надежности разработана электрическая система, обеспечивающая быстрое отыскание неработающих аппаратов в цепях пуска дизеля и включения нагрузки. Нахождение неисправности в цепях сводится к включению тумблера, расположенного на лицевой стенке высоковольтной камеры, после чего стрелка миллиамперметра со шкалой укажет место неисправности.

Для срочной остановки тепловоза и уменьшения вероятности пожара разработана система «Аварийный останов тепловоза», обеспечивающая прекращение подачи топлива и остановку дизеля, снятие нагрузки с генератора, включение электропневматического тормоза и тифона, подачу песка под колеса, отключение работы вентилях песочниц и прекращение подачи песка при скорости тепловоза ниже 10 км/ч. Система «Аварийный останов тепловоза» включается при выдергивании за кольцо ключа, установленного на пульте машиниста.

Техническая характеристика тепловоза

Габарит	(1Т ГОСТ 9238—73)
Род службы	пассажирский
Осевая характеристика	$3_0—3_0$
Конструкционная скорость, км/ч	160

Служебная масса тепловоза (при $\frac{2}{3}$ запаса топлива и песка), т	129+3%
Нагрузка от колесной пары на рельсы при служебной массе, тс	21,5+3%
Длительная сила тяги на ободу колес при скорости 50 км/ч, кгс	17 000
Тележка	трехосная, бесчелюстная, поводковая, на подшипниках качения, сбалансированное рессорное подвешивание тепловоза и опорно-рамное подвешивание тяговых электродвигателей
Запас топлива, кг	6000
Запас песка, кг	800
Основные габаритные размеры тепловоза, мм:	
длина по осям автосцепки	20 470
наибольшая высота от головки рельса	5 080
наибольшая ширина по выступающим частям	3 186
наименьшее расстояние от головки рельса до кожуха зубчатой передачи	140
диаметр колес по кругу катания	1 220
Минимальный радиус проходимых кривых, м	125

Тяговые и теплотехнические характеристики

Касательная сила тяги тепловоза с электрической передачей мощности, т. е. сила тяги на ободу колеса, есть результат взаимодействия крутящего момента, переданного тяговым электродвигателем оси колесной пары, и силы сцепления колеса с рельсом, предельное значение которой на каждой скорости движения ограничивается законами сцепления.

Локомотив как транспортная машина должен иметь тяговую характеристику, обеспечивающую автоматическое изменение силы тяги при мгновенном изменении скорости движения (изменение сопротивления движения) без непосредственного вмешательства человека. Условия работы железнодорожного транспорта, когда изменение ускорения движения в зоне малых скоростей требует значительного приращения силы тяги, а в зоне больших скоростей — меньших величин, хорошо согласуются с гиперболической зависимостью между силой и скоростью, что в полной мере отвечает эффективным условиям работы первичного двигателя (дизеля) на режиме постоянной мощности и частоты вращения во всем диапазоне скоростей движения тепловоза.

Необходимую трансформацию момента на режиме постоянной частоты вращения коленчатого вала дизеля обеспечивает

электрическая передача мощности переменного-постоянного тока, состоящая из генератора переменного тока, выпрямительной установки, тяговых электродвигателей постоянного тока и необходимой электрической аппаратуры.

Крутящий момент колесам передает тяговый электродвигатель типа ЭД-119 постоянного тока, получающий энергию от синхронного генератора переменного тока ГС-504А через выпрямительную установку. Регулируя магнитный поток синхронного генератора на выходе из выпрямительной установки, получают характеристику, аналогичную внешней характеристике генератора постоянного тока, устанавливающую зависимость между напряжением и силой тока. Зависимость имеет в средней части вид гиперболы и два участка ограничения по максимальному току и максимальному напряжению. В сочетании с характеристиками электродвигателей последовательного возбуждения это обеспечивает получение таких же тяговых характеристик тепловоза, как и в случае передачи постоянного тока.

Для использования постоянной мощности дизеля на каждой позиции контроллера в заданном диапазоне изменения скоростей движения тепловоза применено автоматическое регулирование напряжения генератора и ступенчатое ослабление магнитного поля тяговых электродвигателей. Степень ослабления поля тяговых электродвигателей составляет 62 и 38%. Каждой позиции контроллера соответствуют определенная частота вращения вала и величина эффективной мощности дизеля, обеспечивающие минимальный удельный расход топлива на данном режиме работы.

Тяговый генератор получает энергию дизеля за вычетом величины, расходуемой на привод агрегатов и механизмов, обеспечивающих работу дизеля, электропередачи и пр. Расход мощности на вспомогательные нужды тепловоза зависит от многих конструктивных особенностей, заложенных в проект тепловоза, основными из которых являются:

а) энергия, затрачиваемая на поддержание дизеля в работоспособном состоянии, т. е. расход мощности на привод вентиляторов охлаждения воды, масла и наддувочного воздуха;

б) энергия, затрачиваемая на обеспечение работоспособности электрических машин и аппаратов, т. е. расход мощности на привод вентиляторов охлаждения генератора, тяговых электродвигателей, выпрямительной установки, высоковольтной камеры и др.;

в) энергия, затрачиваемая на привод тормозного компрессора, возбудителя, топливо- и маслоподкачивающих насосов, освещение, обогрев кабин, подзаряд аккумуляторной батареи и др.

Увеличение секционной мощности тепловоза и применение охлаждаемых коллекторов требует увеличения отбора мощно-

Таблица 1

Параметры	ТЭП60	ТЭП70	Отношение
Мощность дизеля, л. с.	3000	4000	1,33
Теплоотвод суммарный, ккал/ч	$1,46 \cdot 10^6$	$1,9 \cdot 10^6$	1,31
Расход воздуха для охлаждения, м ³ /ч:			
систем дизеля	$2,74 \cdot 10^5$	$2,95 \cdot 10^5$	1,08
электрических машин	$4,14 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^4$	1,7

сти для обеспечения надежной работы самого дизеля и электрических машин. Для сравнения в табл. 1 приведены некоторые величины, характеризующие теплоотвод от дизеля на тепловозах ТЭП60 и ТЭП70 и требуемое техническими условиями на поставку количество воздуха для охлаждения электрических машин и аппаратов.

Примененная на тепловозе ТЭП70 схема и компоновка системы охлаждения дизеля с последовательным включением групп секций, работающих под избыточным давлением, обеспечила на 30% больше отвод тепла, чем у тепловоза ТЭП60, при увеличении расхода охлаждающего воздуха всего на 8%, а следовательно, при незначительном увеличении затрат мощности на привод вентиляторов системы охлаждения. Применение одного осевого вентилятора с к.п.д. 0,85—0,90 и с механическим приводом от дизеля обеспечило почти на 30% снижение затрат мощности на охлаждение электрических машин и аппаратов.

В табл. 2 для сравнения приведены расчетные величины мощности, расходуемые на вспомогательные нужды тепловозов ТЭП60 и ТЭП70 при температуре наружного воздуха +20 и +40°C.

Из таблиц видно, что рациональный выбор схем и компоновка систем, обслуживающих вспомогательные нужды локомотива, позволили получить для тепловоза ТЭП70 при темпе-

Таблица 2

Отбор мощности на номинальном режиме двигателя, л. с.	ТЭП60	ТЭП70	ТЭП60	ТЭП70
	+20°C		+40°C	
Вентиляторами холодильника дизеля	164,8	168,5	185	262
Вентиляторами охлаждения электрических машин	110	126,0	110	126,5
На вспомогательные нагрузки тепловоза	97,8	65,5	97,8	65,5
От номинальной мощности дизеля, %	12,4	9,0	13,1	11,4

Таблица 3

Параметры	ТЭП70	ТЭП60	«Кестрел» (Англия)	ССТ2000 № 75 (Франция)
Осевая характеристика	3 ₀ -3 ₀	3 ₀ -3 ₀	3 ₀ -3 ₀	3 ₀ -3 ₀
Мощность по дизелю, л. с.	4 000	3 000	4 000	4 200
Конструкционная скорость, км/ч	160	160	176	160/85
Сила тяги длительного режима, кгс	17 000	12 500	18 700	∞16 400/—
Скорость длительного режима, км/ч	50	50	45	55,8
Нагрузка от оси колесной пары на рельс, кгс	21,5	21,5	21,0	19,68
Длина тепловоза по осям автосцепок, мм	20 470	19 250	20 268*	20 190*
Диаметр колес по кругу катания, мм	1 220	1 050	1 092	1 140
Тип дизеля	16ЧН 26/26	16ДН 23/30	16ЧН 24/28	Р12ЧН 28/29
Удельный расход топлива, г/э. л. с. ч	155	167	167	163
Тип тележки и тягового привода	Бесчелюстная, индивидуальный с опорно-рамной подвеской тягового электродвигателя		Челюстная, индивидуальный с опорно-осевой подвеской тяговых электродвигателей	Бесчелюстная, групповой привод трех осей от одного тягового электродвигателя
Масса тележек без тягового электродвигателя, кг	37 475	35 400	—	36 520
Масса генератора, возбуждителя, выпрямителя, кг	7 505	9 330	8 500	5 150
Полная сухая масса тепловоза, т	122,20	121,75—122,1	—	110,75
Запас топлива, кг	6 000	5 000	5 400	5 500

* Длина тепловоза по буферам.

ратуре наружного воздуха 20°C почти такую же величину расхода мощности, как и у тепловоза ТЭП60, не превышающую 10% номинальной мощности дизеля.

Для сравнения на рис. 4 показано изменение расчетной величины мощности на вспомогательные нужды тепловозов ТЭП60 и ТЭП70 в зависимости от позиции контроллера.

По результатам заводских испытаний на рис. 5 построена тяговая характеристика тепловоза ТЭП70 и для сравнения

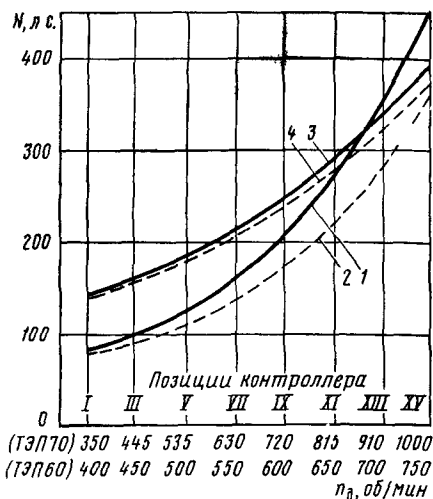


Рис. 4. Изменение величины мощности на вспомогательные нужды тепловозов ТЭП70 и ТЭП60 в зависимости от позиции контроллера: 1, 2 — тепловоз ТЭП70; 3, 4 — тепловоз ТЭП60

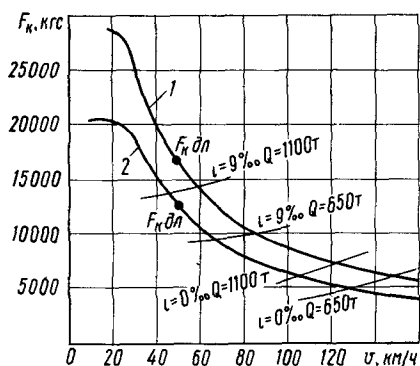


Рис. 5 Зависимость касательной силы тяги от скорости движения на XV позиции контроллера машиниста тепловозов

1 — ТЭП70, 2 — ТЭП60

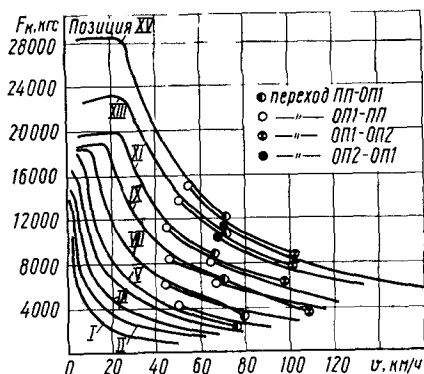


Рис. 6. Тяговые характеристики тепловоза ТЭП70

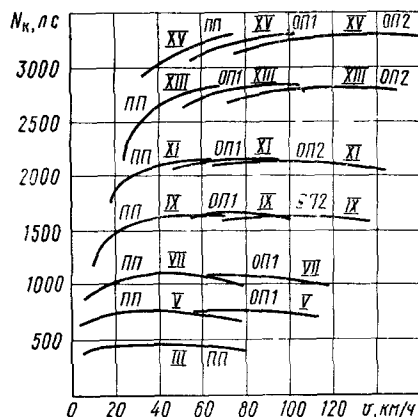


Рис. 7. Зависимость мощности от скорости движения тепловоза на нечетных позициях контроллера

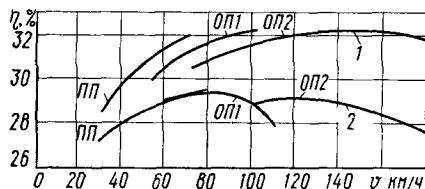


Рис. 8 К п д тепловозов на ободу колес.

1 — ТЭП70 (расчетные), 2 — ТЭП60

дана тяговая характеристика тепловоза ТЭП60. Полные тяговые характеристики тепловоза ТЭП70 приведены на рис. 6.

Анализ результатов испытаний показывает, что максимальная касательная мощность может быть получена до 3300 л. с. (рис. 7). Поезд весом 1100 т на 9‰-ном подъеме тепловоз ТЭП70 может вести с равновесной скоростью около 60 км/ч, а тепловоз ТЭП60 — такой же вес поезда и на таком же подъеме со скоростью около 45 км/ч. На прямом горизонтальном участке пути тепловоз ТЭП70 с составом весом 1100 т может развить равновесную скорость 122 км/ч, тепловоз ТЭП60 — не выше 105 км/ч, а с составом весом 650 т — соответственно около 150 и 130 км/ч.

Расчетные характеристики касательного к.п.д. тепловоза ТЭП70 на XV позиции контроллера машиниста приведены на рис. 8 и для сравнения даны для тепловоза ТЭП60.

В табл. 3 дано сравнение основных технико-экономических показателей тепловоза ТЭП70 с лучшими образцами отечественных и зарубежных локомотивов.

Из табл. 3 видно, что по своим технико-экономическим характеристикам тепловоз ТЭП70 находится на уровне лучших мировых образцов.

КОМПОНОВКА И ОСНОВНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА 2А-9ДГ

Компоновка дизель-генератора

Дизель-генератор 2А-9ДГ (рис. 9) состоит из дизеля типа 2А-5Д49 и синхронного генератора, установленных на общей поддизельной раме и соединенных муфтой пластинчатого типа. Дизель 2А-5Д49, созданный на базе двигателя 16ЧН 26/26 мощностью 3000 л. с., используемого на тепловозах 2ТЭ116 и 130, является его более форсированной модификацией.

Дизель-генератор 2А-9ДГ имеет до 90% узлов и деталей, унифицированных с узлами и деталями дизель-генераторов 1-9ДГ (тепловоз 130), 1А-9ДГ (тепловоз 2ТЭ116), 3-9ДГ (тепловоз ТЭ114). При создании дизель-генератора 2А-9ДГ был использован опыт постройки, эксплуатации и ремонта указанных дизель-генераторов.

Дизель-генератор удобен в обслуживании и ремонте. Его сборку и разборку производят агрегатами (узлами), что обеспечивает взаимозаменяемость. Высокая надежность и износостойкость дизеля обеспечиваются изготовлением деталей из высококачественных материалов, рациональным применением современных методов химико-термической обработки и поверхностного упрочнения деталей с применением качественных покрытий.

Дизель четырехтактный, V-образный, шестнадцатигиловый, с газотурбинным наддувом и охладителем наддувочного воздуха.

Дизель-генератор установлен на раме тепловоза на резино-металлических амортизаторах. Рама под дизель и генератор сварная. В емкость поддона заливают 1000 л масла. Подшипники коленчатого вала подвесного типа. Коленчатый вал цельнолитой из высокопрочного чугуна, азотированный. Для уменьшения напряжений, возникающих вследствие крутильных колебаний в системе (привод вспомогательных агрегатов — коленчатый вал дизеля — ротор генератора), на переднем конце коленчатого вала установлен комбинированный антивибратор.

Шатунный механизм состоит из главных и прицепных шатунов. Прицепной шатун болтами прикреплен к пальцу, установленному в проушинах главного шатуна.

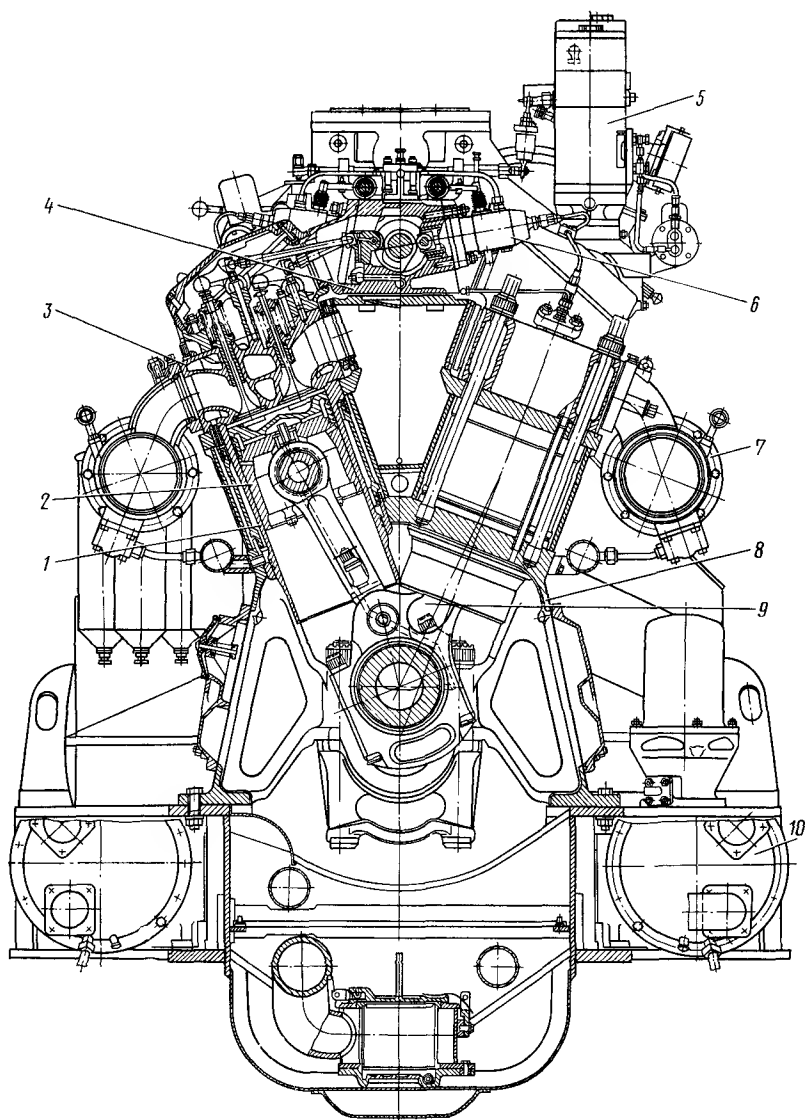


Рис. 9. Дизель-генератор 2А-9ДГ:

1 — втулка цилиндра; 2 — поршень; 3 — крышка цилиндра; 4 — лоток; 5 — регулятор объединенный; 6 — топливный насос; 7 — выпускной коллектор; 8 — блок цилиндров; 9 — шатуны; 10 — охладитель масла (см. продолжение)

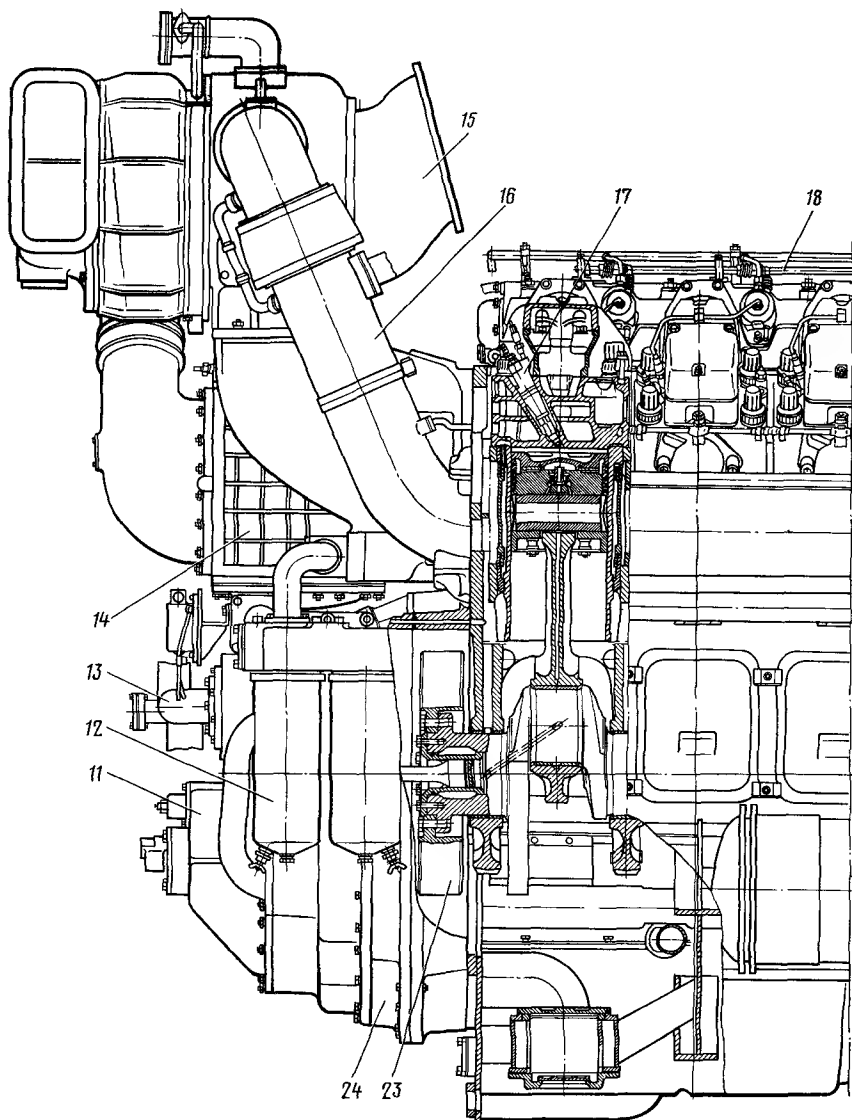
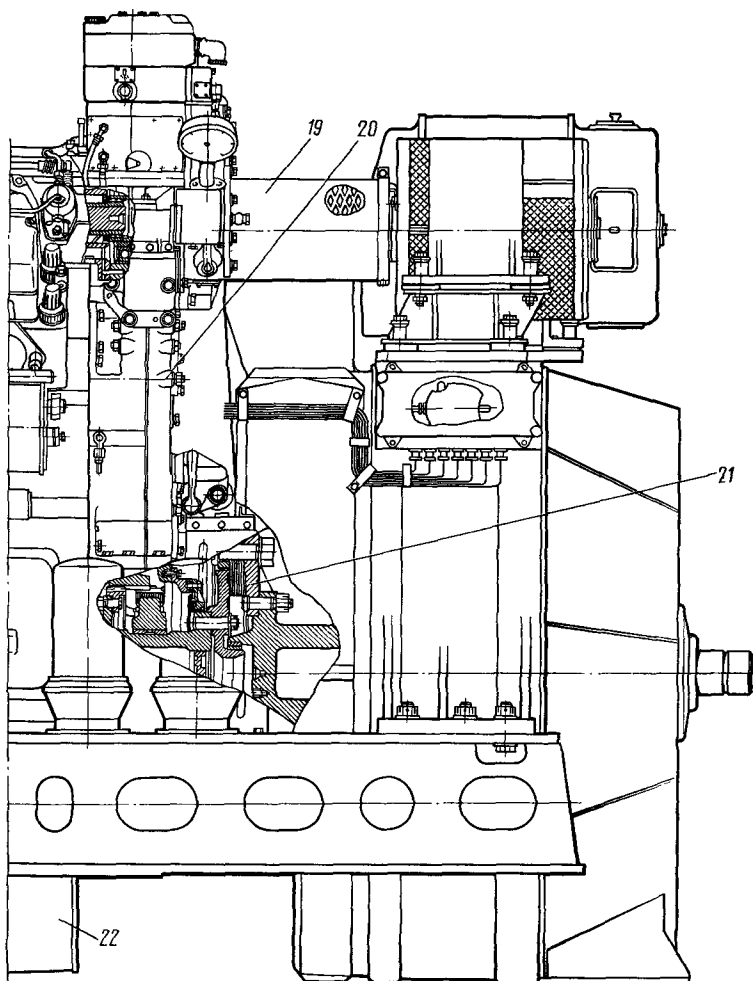


Рис. 9. Дизель-генератор 2А-9ДГ

11 — масляный насос; 12 — фильтр грубой очистки масла; 13 — водяной насос, пусковые; 17 — форсунка; 18 — механизм управления топливными насосами, вала; 21 — муфта; 22 — рама;



(продолжение).

14 — охладитель наддувочного воздуха; 15 — турбокомпрессор; 16 — трубы вы-
 19 — валопровод вспомогательных агрегатов; 20 — привод распределительного
 23 — антивибратор; 24 — привод насосов

Поршень составной. Головка прикреплена к тронку шпильками. В отверстия тронка установлен палец плавающего типа. Охлаждаются поршни маслом, поступающим из масляной системы дизеля через шатуны.

В крышке расположены два впускных и два выпускных клапана, форсунка и индикаторный кран. На крышке установлены рычаги привода клапанов. Крышка нижней плоскостью опирается на блок и прикреплена к нему шпильками. Втулка цилиндра подвешена и прикреплена к крышке цилиндра шпильками. Стык между крышкой и втулкой (газовый стык) уплотнен стальной омедненной прокладкой. На втулку напрессована рубашка, которая образует полость для прохождения охлаждающей воды.

Лоток с распределительным валом установлен на верхней части блока. На лотке размещены топливные насосы.

Распределительный вал (один на оба ряда цилиндров) приводится во вращение от коленчатого вала шестеренчатой передачей, расположенной на заднем торце блока цилиндров. Эта передача одновременно является приводом объединенного регулятора, механического тахометра, предельного выключателя, возбудителя, стартер-генератора.

Топливная система высокого давления состоит из шестнадцати индивидуальных насосов золотникового типа и шестнадцати форсунок закрытого типа.

Топливоподкачивающая система состоит из насоса, фильтра грубой очистки, фильтров тонкой очистки топлива и подпорного клапана, обеспечивающего необходимое давление топлива, поступающего к насосам.

Предельный выключатель при повышении частоты вращения коленчатого вала выше допустимой посредством рычажной передачи выключает подачу топлива в цилиндры дизеля. При помощи привода механического тахометра можно периодически по мере необходимости включать тахометр для проверки частоты вращения коленчатого вала дизеля.

Масляная система состоит из насоса, прокачивающего масло через теплообменники, второго, нагнетательного, насоса, фильтра грубой очистки, центробежных фильтров и маслопрокачивающего насоса. Все агрегаты и трубопроводы масляной системы, кроме маслопрокачивающего насоса, расположены на дизеле.

Система охлаждения дизеля — водяная, принудительная, двухконтурная замкнутого типа. Циркуляция воды в системе обеспечивается при помощи центробежных насосов.

Картер дизеля вентилируется путем отсоса газов на всасывание в турбокомпрессор. Величина разрежения в картере регулируется автоматически.

Для предотвращения скопления масла в ресивере наддувочного воздуха на дизеле имеется система удаления масла из

ресивера в емкость, расположенную с левой стороны в раме. Для контроля за работой этой системы на раме имеется специальный штуцер.

На переднем торце дизеля установлены привод насосов, водяные и масляные насосы, турбокомпрессор, охладитель наддувочного воздуха, реле давления масла, автомат системы вентиляции картера. С левой стороны дизеля расположены фильтр масла грубой очистки, центробежные фильтры, объединенный регулятор, пусковой сервомотор, привод механического тахометра и тахометр, а с правой стороны — фильтр тонкой очистки топлива, предельный выключатель и маслоотделительный бачок системы вентиляции картера. Теплообменники масла установлены с обеих сторон дизеля.

С переднего торца дизеля от привода насосов имеется отбор мощности на привод вентиляторов холодильника тепловоза. От свободного конца генератора приводится вентилятор централизованного воздухообеспечения тепловоза.

Пуск дизеля осуществляется через привод распределительного вала стартер-генератором, расположенным на тяговом генераторе. В генераторном режиме стартер-генератор питает цепи управления тепловоза и производит подзарядку аккумуляторных батарей. На тяговом генераторе также расположен возбудитель тягового генератора, получающий вращение от привода распределительного вала. Стартер-генератор и возбудитель соединены с приводом распределительного вала при помощи двойной резиновой пальцевой муфты.

В системе тепловоза предусмотрена защита дизеля от перегрева воды и масла. На переднем торце дизеля установлено реле давления масла КРД-4, обеспечивающее через систему управления тепловоза защиту дизеля при отсутствии давления масла (блокировка пуска, сброс нагрузки, остановка дизеля). Имеется также защита дизеля от повышения давления газов в картере.

Техническая характеристика дизель-генератора

Обозначение дизеля	16ЧН 26/26
Условное обозначение дизеля	2А-5Д49
Номинальная мощность дизеля при нормальных условиях, э. л. с.	4000
Частота вращения коленчатого вала, об/мин (с-1):	
номинальная	1000 (16,67)
минимальная	350 (5,83)
Удельный эффективный расход топлива, г/э. л. с. ч (кг/дж)	155 (5,85 · 10 ⁻⁸) +5%
Удельный расход масла, г/э. л. с. ч. (кг/дж), не более	2,5 (9,44 · 10 ⁻¹⁰)

Число цилиндров	16
Рабочий объем цилиндров, л	221
Порядок нумерации цилиндров	от переднего торца
Порядок работы цилиндров	1п-4л-5п-2л-7п-6л-3п-1л- 8п-5л-4п-7л-2п-3л-6п-8л
Диаметр цилиндра, мм	260
Ход поршня, мм	260
Направление вращения коленчатого вала, если смотреть со стороны генератора	по часовой стрелке
Фазы газораспределения в градусах поворота коленчатого вала:	
начало открытия впускных клапанов до в.м. т.	57
конец закрытия впускных клапанов после н. м. т.	28
начало открытия выпускных клапанов до н. м. т.	59,5
конец закрытия выпускных клапанов за в. м. т.	40,5
Общий угол опережения подачи топлива в градусах поворота коленчатого вала при ходе плунжера топливного насоса на величину 5 мм	25—26
Параметры дизеля на номинальной мощности при нормальных условиях:	
температура выпускных газов по цилинд- рам, °С (К), не более	600 (873)
температура выпускных газов перед турбо- компрессором, °С (К), не более	630 (903)
давление сгорания, кгс/см ² (Па)	130 (1275·10 ⁴)
давление наддувочного воздуха, кгс/см ² (Па)	1,8±0,2(17,7·10 ⁴)
Температура воды на выходе из дизеля, °С (К):	
нормальная	70—85 (343—358)
максимально допустимая	97 (370)
Температура масла на входе в дизель, °С (К):	
нормальная	65—75 (338—348)
максимально допустимая	88 (361)
Давление масла на входе в дизель при его температуре 80°С (353К), кгс/см ² (Па), не менее:	
на номинальной частоте вращения вала	4,0 (39,2·10 ⁴)
на минимальной частоте вращения вала	1,0 (9,8·10 ⁴)
Габаритные размеры дизель-генератора, мм:	
длина	6 213
ширина	2 100
высота	2 902
Масса дизель-генератора, кг	26 000

Конструкция основных узлов дизеля

Блок цилиндров (рис. 10) представляет собой сварнолитую конструкцию V-образной формы. Нижняя картерная часть блока **сварена** из литых стоек, а верхняя — из листов. Шпильки **7** крепления крышек цилиндра установлены в нижнюю картерную часть, поэтому основные сварные швы верхней части блока разгружены от газовых растягивающих сил, что обеспечивает их высокую надежность.

К стойкам блока прикреплены болтами **2** штампованные подвески **1**. Стыки стоек блока и подвесок имеют зубцы **б** треугольной формы с углом 90° при вершине, которые препятствуют смещению подвесок в поперечном направлении относительно блока. Зубцы имеют развитую поверхность, что позволяет обеспечивать при изготовлении качественное прилегание зубчатого стыка и, следовательно, сохранение стабильности размеров отверстий под вкладыши в процессе эксплуатации.

В развале блока образован ресивер наддувочного воздуха **е** и канал **д** для прохода масла к подшипникам коленчатого вала. Для повышения работоспособности нижнего пояса блока и предохранения его от коррозии в отверстия блока запрессованы втулки **33** из нержавеющей стали повышенной твердости. Для перетока охлаждающей воды из водяных коллекторов **б** к втулкам цилиндров и предохранения блока от коррозии установлены втулки **34** из такой же стали, что и втулки **33**. Подвод воды к коллекторам блока производится через привод насосов по проставкам **14** с уплотнительными кольцами **13**. В нижней части боковых продольных листов блока против каждого цилиндра имеются отверстия **ж** для контроля герметичности полости охлаждения втулки цилиндра.

Проставок, по которому подводится воздух из ресивера к впускным клапанам крышки цилиндра, состоит из колец **28**, **30**, обечайки **29** и болтов **32**. При завертывании болтов кольца **28** и **30** раздвигаются и уплотняют стык между проставком, ресивером и крышкой цилиндра резиновыми кольцами **31**.

В отверстия, образованные стойками блока и подвесками, установлены вкладыши **12** коренных подшипников. На девятой стойке и подвеске установлены полукольца **11** упорного подшипника, препятствующие перемещению коленчатого вала в осевом направлении.

В торцовом листе имеется отверстие, по которому масло подводится в масляный канал **д**, откуда по каналам **в** в стойках блока поступает на смазку коренных подшипников. К десятому коренному подшипнику масло поступает из полости коленчатого вала. По каналу **г** масло поступает на смазку привода насосов.

Трубки **18** и проставки **20** с уплотнительными кольцами **19** предназначены для слива масла из крышек цилиндров в кар-

Рис. 10. Блок цилиндров:

1 — подвеска; 2 — болт крепления подвески; 3, 8 — крышки люков; 4 — шайба; 5, 22 — гайки, 6 — коллектор воляной, 7 — шпилька крепления крышки цилиндра; 9, 10 — стойки, 11 — муфта упорная; 12 — вкладыш коренного подшипника; 13, 15, 19, 24, 26, 31 — кольца уплотнительные; 14, 20 — проставки; 16 — штифт; 17 — штуцер; 18 — трубка для слива масла из крышки цилиндра в картер двигателя; 21 — шпунт; 23 — пружина.

25 — тарелка клапана; 27, 32 — болты; 28, 30 — концы; 29 — обечайка; 33, 34 — втулки, а — канавка для отвода топлива и масла с опорной плиты; б — зубцы; в — канал для подвода масла на смазку коренного подшипника, г — канал для подвода масла на смазку привода насосов; д — центральный масляный канал; е — резерв наддувочного воздуха; ж — сигнальное отверстие; з — отверстие для слива масла, скопится в ресивере

тер дизеля. Масло, скопившееся в ресивере, сливается по отверстию *и* в полость рамы.

Доступ в картер дизеля обеспечивается через люки, закрытые крышками *3* и *8*. С правой стороны блока крышки *8* имеют предохранительные клапаны, которые открываются в аварийных случаях при повышении давления в картере дизеля.

Коренной подшипник состоит из верхнего *1* (рис. 11) и нижнего *2* стальных тонкостенных невзаимозаменяемых вкладышей, залитых тонким слоем свинцовистой бронзы, на которую нанесен слой сплава олова со свинцом. Верхний вкладыш на рабочей поверхности имеет канавку *а* и отверстия *б*, через которые поступает масло из канала в стойке блока цилиндров в подшипник. Рабочие поверхности вкладышей имеют гиперболическую расточку, что позволяет улучшить приработку и прилегание вкладышей к шейкам вала при работе дизеля. Нижний вкладыш около стыка имеет карманы, которые служат для поступления смазки к трущимся поверхностям и непрерывной подачи масла к шатунным подшипникам и поршню.

Прилегание вкладышей к постели всей поверхностью обеспечивается постановкой их с гарантированным натягом. Величина натяга, измеренная в специальном приспособлении на заводе-изготовителе, указана на боковой поверхности вкладыша. Положение верхнего и нижнего вкладышей фиксируется штифтом *3*, запрессованным в подвеску.

Упорный подшипник состоит из стальных полуколец *4*, прикрепленных винтами *5* к девятой стойке и подвеске блока. Опорная поверхность полуколец покрыта тонким слоем бронзы.

Рама сварной конструкции предназначена для установки на ней дизеля, генератора, размещения масла для дизеля и

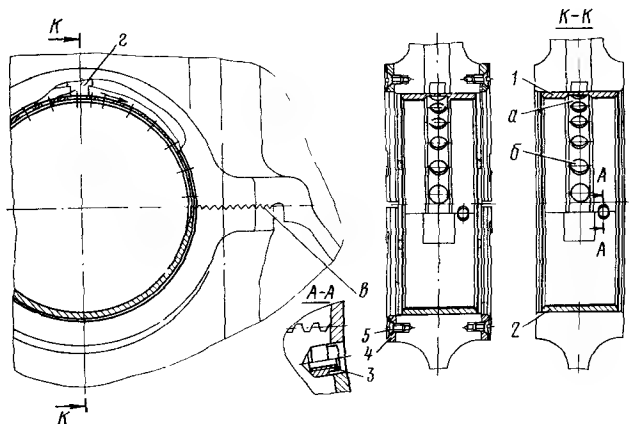


Рис. 11. Коренные подшипники:

1 — вкладыш верхний; *2* — вкладыш нижний; *3* — штифт; *4* — полукольцо упорного подшипника; *5* — винт; *а* — канавка для протока масла; *б* — отверстия для протока масла; *в* — зубцы; *г* — канал в блоке цилиндров для подвода масла к подшипнику

крепления дизель-генератора к раме тепловоза через амортизаторы.

На раме (рис. 12) установлены охладители масла 31 и центробежные фильтры 13. К боковым и торцовым листам рамы приварен поддон 6, образующий емкость для масла, закрытую сверху сетками 5.

В раме вварены трубы 3 и 8, соединяющие охладители масла между собой последовательно по масляной и водяной полостям, и трубы 4 и 34, соединяющие охладители масла с каналами в приводе насосов. Труба 23 предназначена для слива масла в раму из центробежных фильтров. На трубе 34 установлены клапаны 14 и 32. Клапан 32 перепускает масло в раму, если давление в трубе после левого охладителя будет выше $1,2 - 1,5 \text{ кгс/см}^2$. Через клапан 14 левый масляный насос может забирать масло из рамы, минуя маслозаборник, в случае недостаточной подачи масла через охладители правым масляным насосом дизеля.

С правой стороны рамы расположены горловина 17 с сеткой 18 и щуп 15 для замера уровня масла в раме. В нижней части рамы имеется маслозаборник 2, через который масло по трубе и каналам в приводе насосов поступает во всасывающую полость правого масляного насоса. В маслозаборнике установлены сетка 26 и обратный клапан 24.

Между корпусом и крышкой маслозаборника поставлено уплотнительное резиновое кольцо 27.

Отверстия ж предназначены для установки приспособления при подъеме дизель-генератора. Резьбовые отверстия и и к служат для незначительного подъема дизель-генератора при помощи отжимных болтов для подбора и установки амортизаторов.

Обслуживание рамы в эксплуатации заключается в очистке ванны и фильтрующей сетки.

Коленчатый вал (рис. 13), отлитый из высокопрочного чугуна, азотирован, что повышает усталостную прочность вала и износостойкость шеек. Форма шеек и щеков обеспечивает рациональное распределение металла, относительно низкую жесткость вала на изгиб, чем достигается умеренный рост изгибных напряжений в галтелях в случае нарушения соосности постелей блока в эксплуатации. Для повышения изгибной прочности вала галтели шеек упрочнены накаткой роликами после срезания слоя азотации около галтелей.

Для уменьшения внутренних изгибающих моментов в блоке цилиндров и уменьшения нагруженности коренных подшипников от сил инерции «деталей движения» на первой, восьмой, девятой и шестнадцатой щеках имеются противовесы е, отлитые заодно целое со щеками.

Бурты в у девятой коренной шейки ограничивают осевое перемещение коленчатого вала.

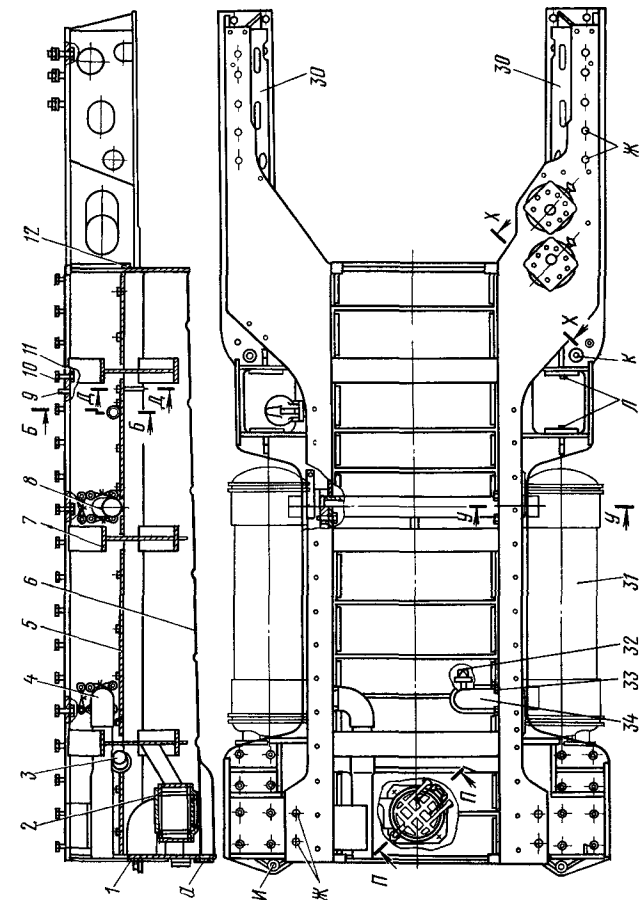


Рис. 12. Рама:

для слива масла из рамы; 6 — отверстие для слива масла из баки вентиляций картера; в, г — отверстия в торцовом листе подвода масла к каналам привода насосов; д — отверстие для заправки масла через тепловую магистраль и подвода масла к маснопрокачивающему насосу; ж — отверстие для отжимных болтов; 4 — место установки упорного амортизатора

1, 12 — листы торцовые; 2 — маслозаборник; 3, 4, 8, 23, 34 — трубы; 5, 18, 26 — сетки; 6 — поддон; 7 — балка поперечная; 9 — штифт; 10, 33 — болты; 11, 22 — прокладки; 13 — центрбежный фильтр; 14, 24 — клапаны обратные; 15 — шуп; 16 — лист верхний; 17 — горловина для залива масла; 19, 25 — крышки; 20 — лист вертикальный; 21 — лист нижний; 27 — кольцо уплотнительное; 28 — рычаг; 29 — пружина; 30 — балка продольная; 31 — охладитель масла; 32 — клапан перепускной; а — отверстие

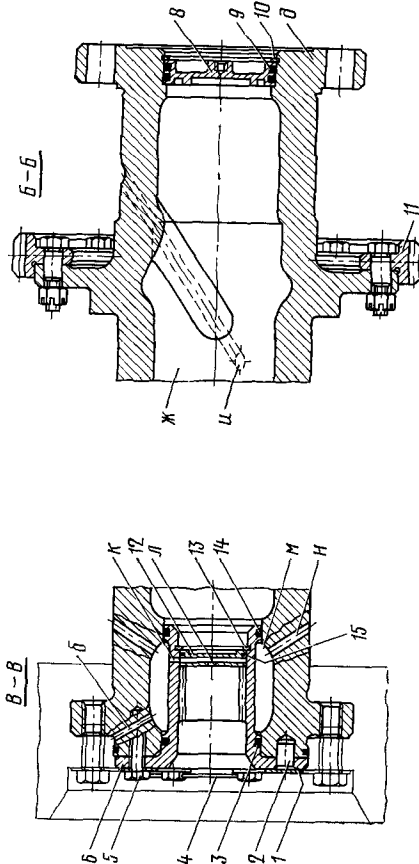
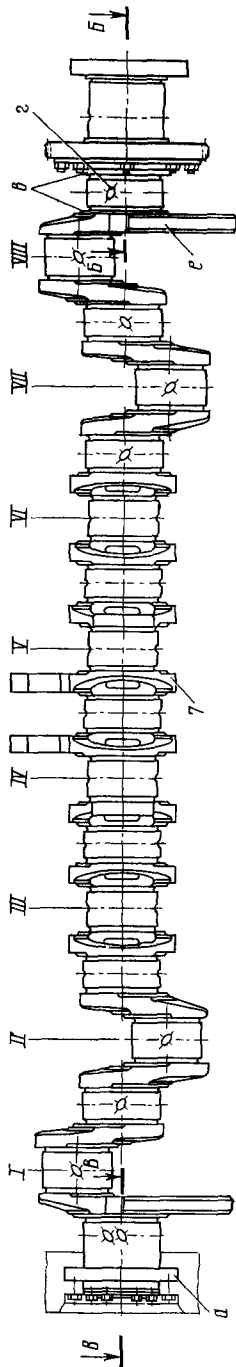


Рис. 13. Коленчатый вал:

1 — пластина; 2 — штифт; 3, 9, 14, 15 — кольца уплотнительные; 4 — проволока; 5 — болт; 6 — втулка шлицевая; 7 — вал коленчатый; 8, 12 — заглушки; 10, 13 — кольца стопорные; 11 — шестерня; 1—VIII — шейки шатуны; а — фланец для уста

новки активатора; б, г, ж, к, л, м — отверстия; в — порные бурты; в — фланец отбора мощности; е — противовесы ж, м — полости

На фланце *a* установлен антивибратор, обеспечивающий умеренные напряжения кручения в вале от крутильных колебаний. На фланце *d* отбора мощности устанавливают ведущий диск муфты.

Втулка *б*, передающая через шлицевой вал вращение шестерням привода насосов, прикреплена к коленчатому валу болтами *5* и застопорена штифтами *2*. Между девятой и десятой коренными шейками вал имеет фланец, а к нему призонными болтами прикреплена шестерня *11*, посредством которой передается вращение шестерням привода распределительного вала.

Масло из коренных подшипников по отверстиям в шейках коленчатого вала поступает на смазку шатунных подшипников. Для смазки десятого коренного подшипника масло поступает из девятой коренной шейки по отверстиям.

Масло на смазку шлицев втулки *б* подводится от первой коренной шейки по отверстиям *n* в полость *м*, затем по отверстиям *к* и *л*, а на смазку антивибратора — из полости *м* по отверстию *б*.

Антивибратор (комбинированный), состоящий из маятникового антивибратора и демпфера вязкого трения, установлен на фланце коленчатого вала и закреплен болтами *1* и штифтами *2* (рис. 14). В отверстия ступицы *5* маятникового антивибратора запрессованы втулки. При помощи пальцев *б* к ступице подвешены шесть маятников *7*.

Для смазки антивибратора масло подводится из полости коленчатого вала в кольцевую полость *a*, из которой под действием центробежной силы по каналам ступицы поступает на смазку пальцев и втулок.

Демпфер вязкого трения состоит из маховика *13*, корпуса *12* с завальцованной в него крышкой *11*. Пространство между маховиком и корпусом заполнено жидкостью, имеющей высокую вязкость.

Втулка цилиндра (рис. 15) изготовлена из хромомолибденового чугуна, обладающего высокой износостойкостью и антифрикционными свойствами. Резиновые уплотнения не соприкасаются с поверхностями втулки, подверженным повышен-

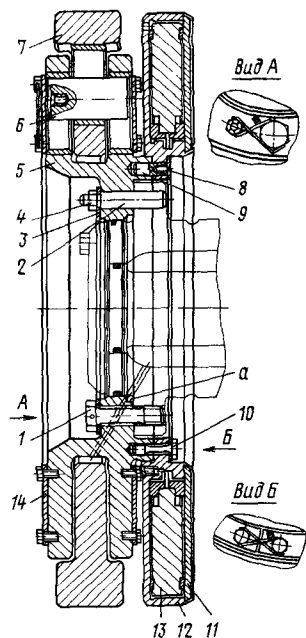


Рис. 14. Антивибратор (комбинированный):

1, 10 — болты; 2, 9 — штифты; 3, 8 — пластины замочные; 4 — гайка; 5 — ступица; 6 — палец; 7 — маятник; 11, 14 — крышки; 12 — корпус; 13 — маховик; а — полость

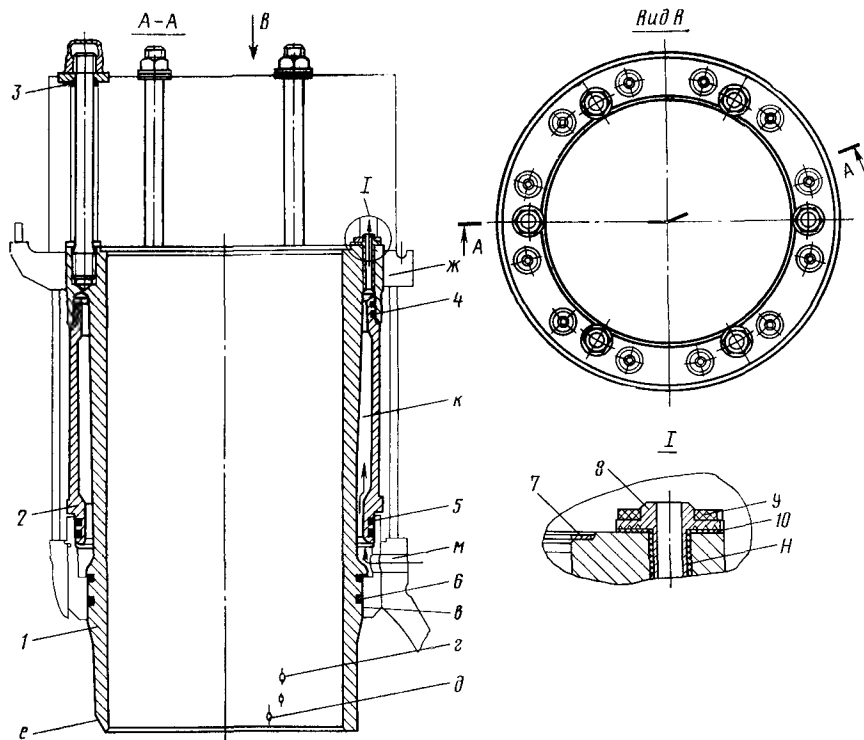


Рис. 15. Втулка цилиндра:

1, 8 — втулки; 2 — рубашка; 3, 4, 5, 6, 9 — кольца резиновые уплотнительные, 7, 10 — прокладки; в — опорный пояс нижний; г — отверстия для крепления приспособления; д — отверстие для монтажного болта; е — скос; ж — опорный пояс верхний; к — полость; м — отверстие для подвода воды; н — теплоизолирующее покрытие втулки 8

ному нагреву, и имеют температуру не выше температуры охлаждающей воды.

Между втулкой и рубашкой 2 образована полость к для прохода охлаждающей воды, которая уплотнена резиновыми кольцами 4, 5 и 6. К крышке цилиндра втулка прикреплена шпильками. Стык между крышкой и втулкой цилиндра уплотнен стальной омедненной прокладкой 7. В блоке втулка фиксируется верхним ж и нижним в опорными поясами.

В отверстия верхнего торца втулки цилиндра запрессованы втулки 8 для перетока воды в крышку. С внешней стороны втулки 8 покрыты теплоизолирующим слоем. Бурты втулок уплотнены снизу паронитовыми прокладками 10, а сверху — резиновыми кольцами 9.

Охлаждающая вода по отверстию м в блоке цилиндров поступает в полость к и через втулки 8 перетекает в крышку цилиндра. В нижней части втулки имеются два отверстия г для

крепления приспособления, удерживающего поршень во втулке цилиндра при подъеме и опускании цилиндрического комплекта.

Крышка цилиндра (рис. 16) литая из высокопрочного чугуна, в районах между клапанными и форсуночными отверстиями имеет занижение толщины, что обеспечивает лучшее охлаждение днища, более равномерный его нагрев и снижение уровня термических напряжений.

В крышке установлены два впускных 2 и два выпускных клапана 6. Все клапаны имеют наплавку фасок кобальтовым спелитом для обеспечения высокой жаро- и износостойкости. Высокая износостойкость посадочных фасок крышки для выпускных клапанов достигается установкой плавающих вставных седел 5, удерживаемых пружинными кольцами 4. Седла и стопорные кольца изготовлены из жаропрочных сталей. Каждая пара клапанов открывается одним рычагом через гидротолкатель, которые обеспечивают при работе дизеля отсутствие зазора между рычагом и клапаном и тем самым снижают шумность работы дизеля.

Масло в гидротолкатель поступает из масляной системы дизеля через отверстие в штанге, отверстие d в рычаге, отверстие $ж$ в полость $л$, когда клапан закрыт. В момент нажатия гидротолкателя на клапан давление масла в полости $л$ мгновенно повышается, шариковый клапан 36 препятствует выходу масла через отверстие $ж$ и усилие рычага передается на клапан через масляную подушку.

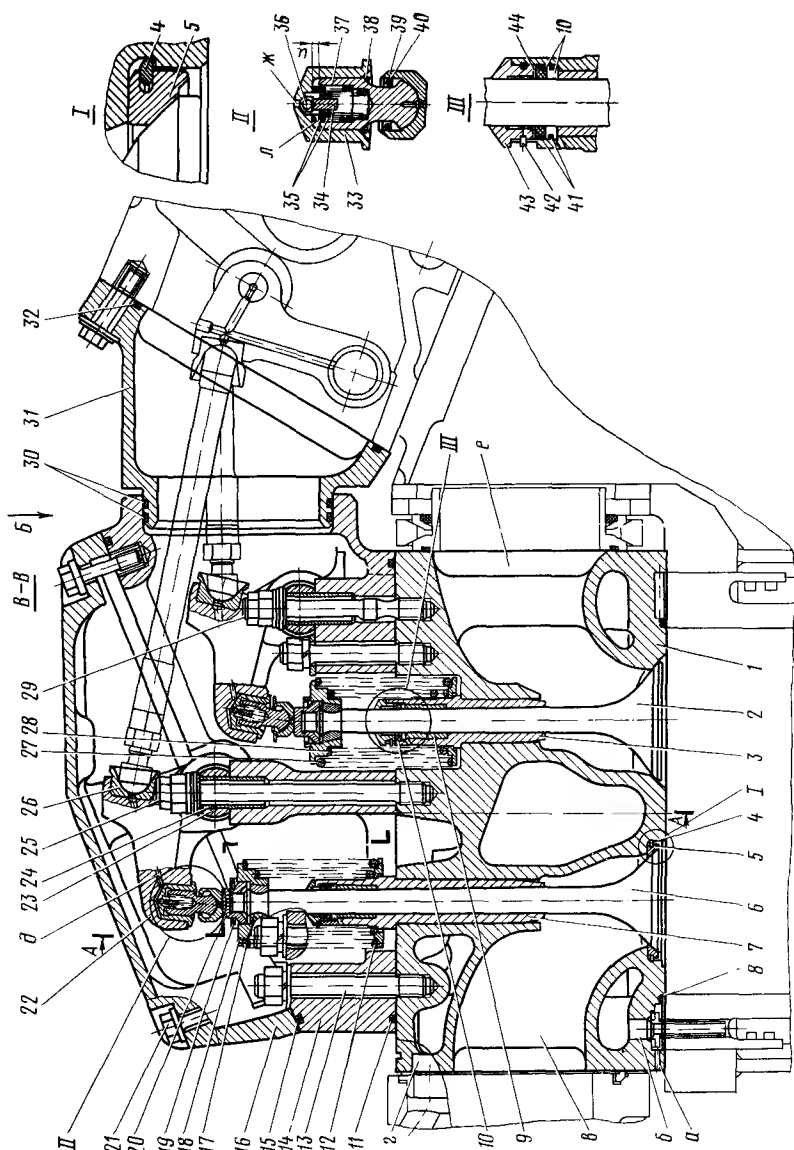
Направляющие втулки 3 и 7 клапанов изготовлены из чугуна. Для уменьшения прохода масла в камеру сгорания из клапанной коробки используются фторопластовые кольца 10. Хромирование штоков клапанов, рационально выбранные зазоры между штоками клапанов и направляющими втулками обеспечивают высокую износостойкость пары клапан — направляющая втулка.

Охлаждающая вода поступает из втулки цилиндра по каналам 6 и отводится через отверстие $г$.

Оси рычагов смазываются маслом, поступающим из отверстий рычагов. Из крышки цилиндра по отверстию $к$ и трубке в блоке цилиндров масло стекает в картер дизеля. Отверстие $а$ предназначено для контроля плотности стыка крышки цилиндра со втулкой.

Шатуны. Шатунный механизм (рис. 17) состоит из главного 2 и прицепного 15 шатунов. Для повышения усталостной прочности поверхности шатунов и крышки дробенаклепаны. Шатуны соединены между собой пальцем 13, который установлен во втулке 12, запрессованной в проушине главного шатуна. Прицепной шатун прикреплен к пальцу 13 двумя болтами 16, которые застопорены шайбами 17.

В верхние головки обоих шатунов запрессованы стальные втулки 1 и 20, залитые свинцовистой бронзой. Для подачи



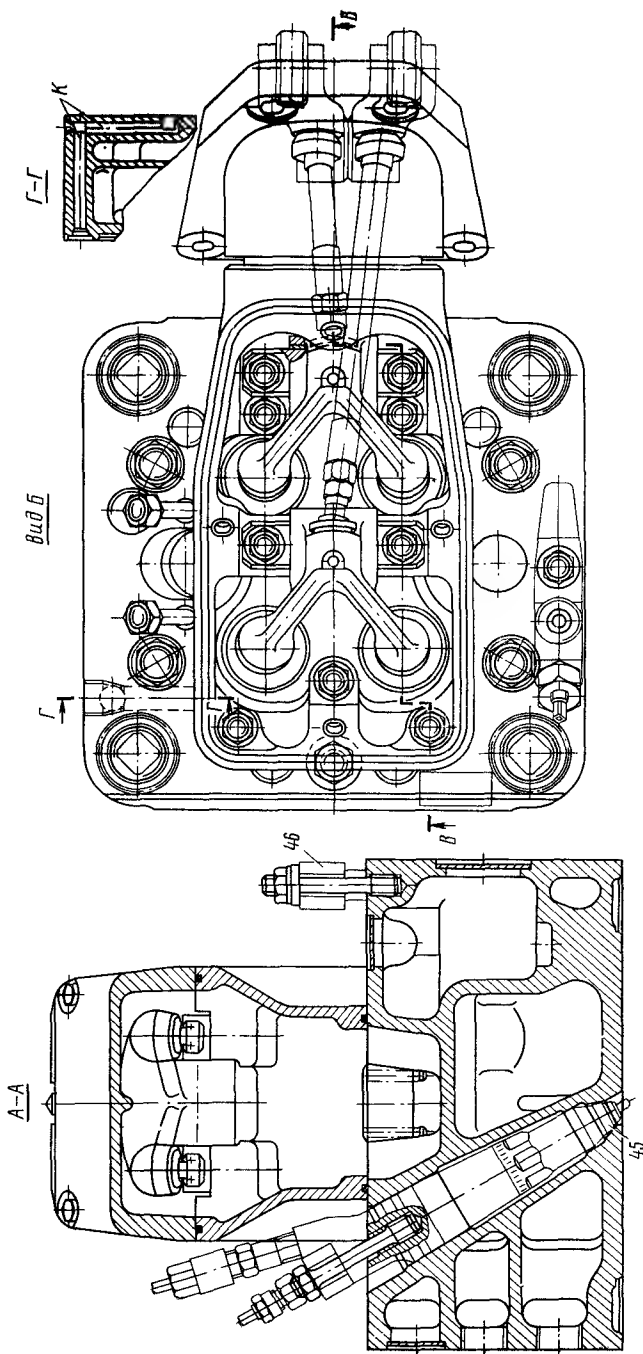


Рис. 16. Крышка цилиндра:

1 — крышка цилиндра; 2 — клапан впускной; 3, 7 — втулки направляющие; 4 — кольцо пружинное; 5 — седло выпускного клапана; 6 — втулка; 8 — клапан выпускной; 9 — прокладка газового стыка; 9, 24 — втулки; 10 — кольцо фторопластовое; 11, 15, 30, 32 — кольца резиновые; 12, 18 — тарелки; 13, 26, 29 — шпильки; 14 — закрытие; 16 — крышка закрытия; 17 — сухарь разрезной;

19, 38, 42 — кольца стопорные; 20, 39 — кольца; 21 — болт; 22 — рычаг; 23 — ось рычага; 25 — аставка; 27, 28, 35 — пружины; 31 — патрубок переходный; 33 — втулка гидротолкателя; 34 — упор; 36 — клапан шариковый; 37 — толкатель; 40 — шпилька; 41 — кольцо пружинное; 43 — скребок; 44 — кольцо регулировочное; 45 — форсунка; 46 — кран индикаторный; а, в, е — каналы; б, з, д, ж, к — отверстия; л — полость

масла к поршневому пальцу в средней части каждой втулки имеется канал с двумя отверстиями. Нижняя головка главного шатуна имеет съемную крышку 7, которая прикреплена к стержню четырьмя болтами 6. Резьба всех шатунных болтов упрочнена обкаткой. Для повышения усталостной прочности поверхность отверстия под вкладыши раскатана.

Стык нижней головки и крышки 7 имеет зубцы p треугольной формы, препятствующие поперечному смещению крышки. В нижнюю головку главного шатуна установлены верхний 11 и нижний 9 стальные тонкостенные вкладыши, залитые свинцовистой бронзой. Поверхности вкладышей, которыми они опираются на крышку и шатун, покрыты медью для устранения фреттинг-коррозии. Образующая рабочей поверхности вкладышей обработана по гиперболе для компенсации деформации шатунной шейки коленчатого вала. Вкладыши устанавливают с натягом; положение их фиксируют штифтами 10 и 8. Величина натяга вкладыша, измеренная в приспособлении, выбита циф-

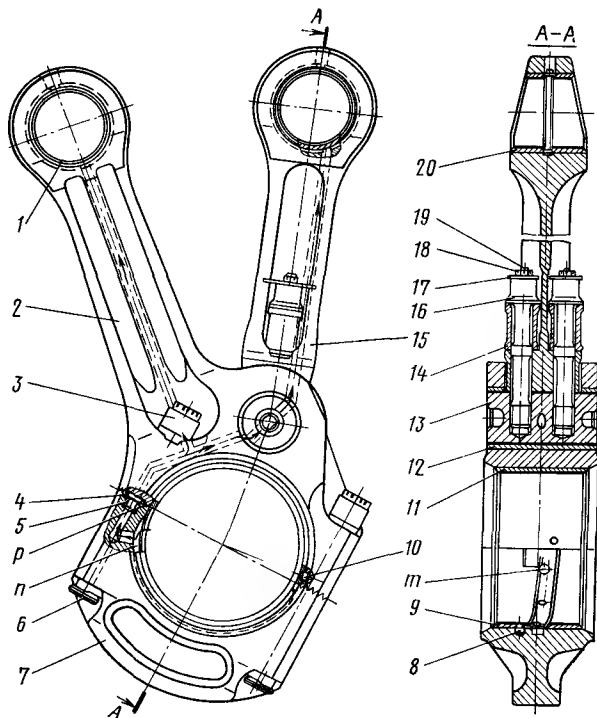


Рис. 17. Шатуны:

1, 20 — втулки верхних головок шатунов; 2 — шатун главный; 3, 18 — гайки; 4 — кольцо уплотнительное; 5, 12 — втулки; 6 — болт шатунный; 7 — крышка нижней головки шатуна; 8, 10 — штифты; 9 — вкладыш нижний; 11 — вкладыш верхний; 13 — палец прицепного шатуна; 14 — втулка проставочная; 15 — шатун прицепной; 16 — болт прицепного шатуна; 17 — шайба стопорная; 19 — шплинг; p — канал; p — зубцы; t — отверстия

рами на торце вкладыша. Верхний и нижний вкладыши — взаимозаменяемы. В нижнем вкладыше в отличие от верхнего имеется канавка с отверстиями для перетока масла.

Шатунный подшипник смазывается и охлаждается маслом, поступающим из коренных подшипников через каналы коленчатого вала. По отверстиям *m* в нижнем вкладыше и по каналу *n* в крышке 7 масло перетскает в канал нижней головки шатуна и по втулке 5, уплотненной кольцом 4, в канал стержня главного шатуна. Далее часть масла поступает по продольному каналу в стержне главного шатуна к втулке 1. Другая часть масла поступает к втулке 12 и через отверстие в пальце 13 по продольному каналу в стержне прицепного шатуна 15 к втулке 20. Из втулок 1 и 20 через отверстия в верхних головках шатунов масло поступает на охлаждение поршней.

Поршень (рис. 18) составной конструкции состоит из стальной головки 6 и алюминиевого тронка 11, скрепленных четырьмя шпильками 1 с гайками 16. Такая конструкция позволяет применять для головки поршня сталь с необходимыми жаропрочными свойствами, для тронка — антифрикционный алюминиевый сплав.

Головка поршня охлаждается маслом. Из верхней головки шатуна масло поступает в плотно прижатый к ней пружиной 14 стакан 13 и далее по отверстиям 6 в полость охлаждения *a*. Из

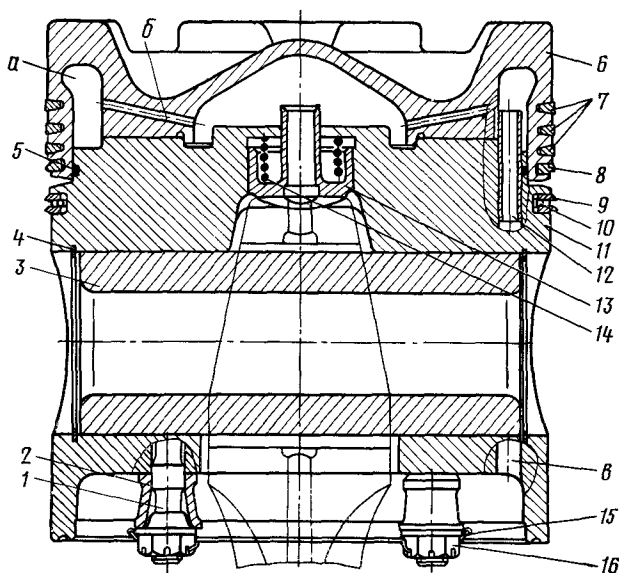


Рис. 18. Поршень:

1 — шпилька; 2 — втулка; 3 — палец; 4 — кольцо стопорное; 5 — кольцо уплотнительное; 6 — головка; 7 — кольцо компрессионное; 8, 9 — кольца маслосъемные; 10 — экспандер; 11 — тронк; 12 — втулка; 13 — стакан; 14 — пружина; 15 — проводлока; 16 — гайка; *a* — полость охлаждения; *б, в* — отверстия

полости охлаждения **масло** по каналам *в* стекает в картер дизеля. На режиме **номинальной** мощности температура головки над верхним компрессионным кольцом не превышает 190°C.

Рабочая поверхность тронка покрыта слоем дисульфида молибдена. В отверстия бобышек тронка установлен поршневой палец *3* плавающего типа. Осевое перемещение пальца ограничивается стопорными кольцами *4*.

Компрессионные кольца *7*, имеющие трапецевидное сечение, изготовлены из легированного высокопрочного чугуна с хромированной рабочей поверхностью. Маслосъемные кольца *8* изготовлены из легированного чугуна и размещены выше оси поршневого кольца, что обеспечивает хорошую смазку опорной части тронка. Нижнее маслосъемное кольцо имеет экспандер. Резиновое кольцо *5* препятствует вытеканию масла между головкой и тронком.

Лоток (рис. 19), предназначенный для размещения распределительного кулачкового вала и топливных насосов высокого давления, установлен на блоке цилиндров. Состоит он из половин *3* и *4*, скрепленных болтами и шпильками.

Распределительный вал *8* вращается в разъемных алюминиевых подшипниках *26*. Первый подшипник от фланца *ж* — упорный, удерживающий распределительный вал от осевого перемещения, фиксируется в лотке штифтом *27*, а опорные подшипники — фиксатором *32*. Распределительный вал передает движение топливному насосу, а также клапанам крышки цилиндра посредством рычагов *7* и *9* и штанг *20* и *23*.

С переднего торца лоток закрыт крышкой *1*, в которой размещен редукционный клапан *15*. Стык крышки и лотка уплотнен резиновыми кольцами *13* и *14*. Редукционный клапан отрегулирован на давление 2,5 кгс/см² (24,5·10⁴Па). Масло, просочившееся через клапан, стекает по каналу *л* в лоток.

Масло из масляной системы дизеля по трубе и штуцеру *29* поступает в полость *м* редукционного клапана и далее в канал *к*. Из канала *к* масло поступает: по каналам *р* на смазку подшипников распределительного вала, по каналам *н* на смазку толкателей топливных насосов, по каналу *и* на смазку привода распределительного вала, по зазору между болтами *25* и лотком, канавке *с*, каналу *ш* в осях, каналам *в* рычагах *7* и *9* на смазку трущихся поверхностей рычагов и роликов и далее по отверстиям в штангах, через отверстия рычагов в гидротолкатели. Масло из лотка стекает через окна *е* по патрубкам в крышки цилиндров и далее в картер дизеля.

В эксплуатации необходимо контролировать стопорение головок штанг.

Распределительный вал, предназначенный для управления движением впускных и выпускных клапанов и работой топливных насосов соответственно порядку работы цилиндров, приводится во вращение коленчатым валом посредством шестерен

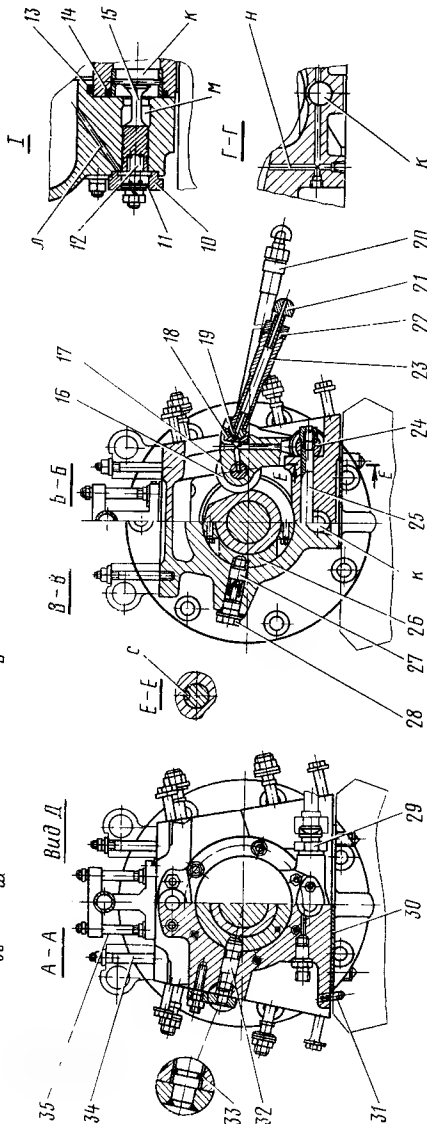
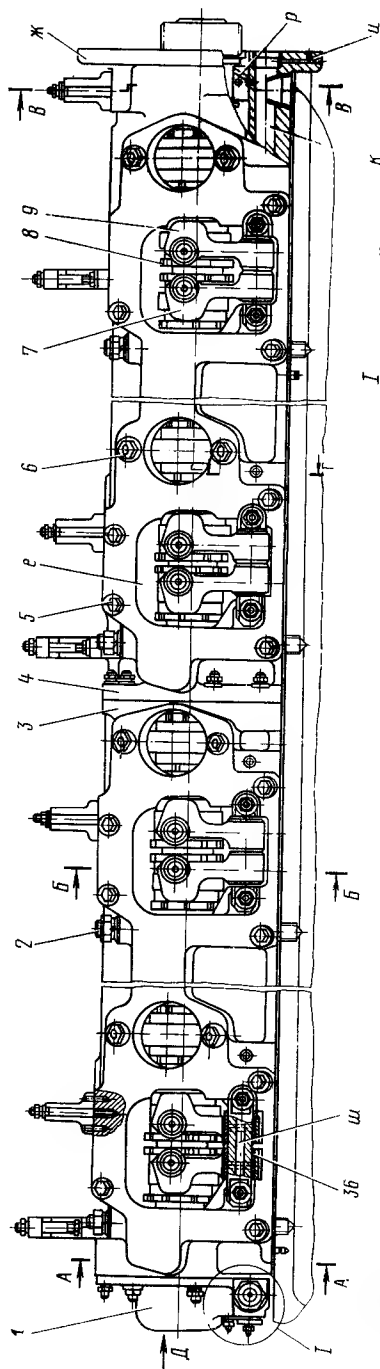


Рис. 19. Лоток:

1 — крышка; 2, 6, 34 — шпильки; 3, 4 — половины лотка; 5 — болт крепления патрубка; 7, 9 — рычаги; 8 — вал распределительный; 10 — фланец; 11, 30 — прокладки регулировочные; 12 — пружины; 13, 14, 33 — кольца резиновые; 15 — клапан, регулируемый; 16 — ролик рычага; 17 — ось ролика; 18 — вставка опорная; 19 — вставка; 20, 23 — штанги; 21 — винт регулировоч-

ный; 22 — гайка; 24 — ось рычага; 25 — болт крепления осей рычагов; 26 — подшипник упорный распределительного вала; 27 — штифт; 28 — прокладка; 29 — штурвер; 31 — штифт конический; 32 — фиксатор опорного подшипника; 35 — стойка; 36 — втулка; ϵ — окно; ж — фланец лотка; и , к , л , н , р , ш — каналы; м — полость; с — канавка

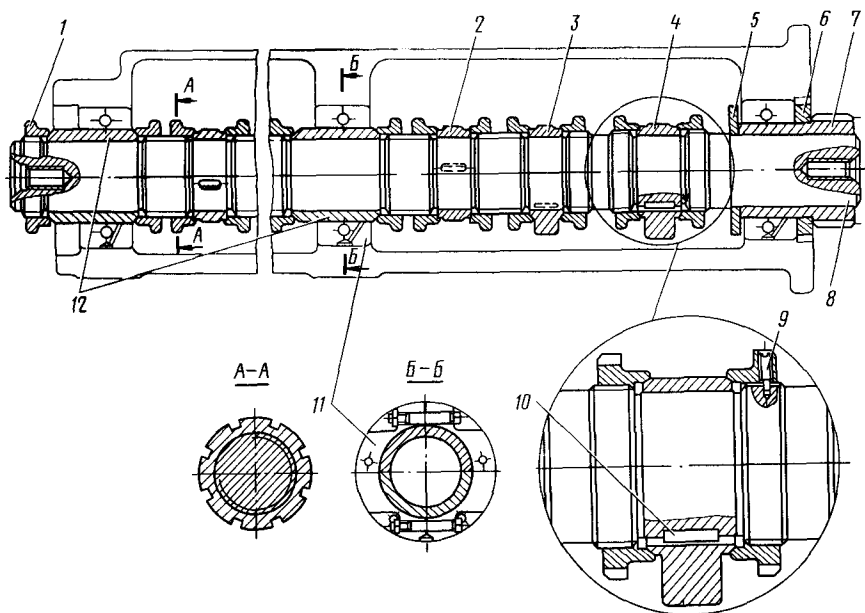


Рис. 20. Распределительный вал:

1 — гайка; 2 — шайба впускная; 3 — шайба выпускная; 4 — шайба топливная; 5, 6 — кольца; 7 — втулка приводная; 8 — вал; 9 — винт; 10 — шпонка; 11 — подшипник; 12 — втулка опорная

привода и приводной втулки 7 (рис. 20), напрессованной на вал 8. Приводная втулка 7, кольца 5 и 6 образуют опорно-упорную, а втулки 12 — опорные шейки распределительного вала. Втулки 12, впускные 2, выпускные 3 и топливные 4 шайбы состоят из двух половин, закрепленных на валу гайками 1. Гайки от отворачивания застопорены винтами 9.

Шпонки 10 фиксируют шайбы в строго определенном положении согласно порядку работы цилиндров. Каждая шайба служит приводом клапанов и топливных насосов правого и левого ряда цилиндров.

В эксплуатации следует контролировать затяжку гаек шайб.

Привод насосов, предназначенный для передачи вращения рабочим колесам водяных насосов и шестерням масляных насосов, установлен на переднем торце блока цилиндров и представляет собой зубчатую передачу из прямозубых шестерен. На ступице 5 (рис. 21) имеется ведущая шестерня 4, которая вращается коленчатым валом дизеля посредством шлицевого конца вала 6.

Ведущая шестерня 4 передает вращение шестерням 15 и 20. Шестерни 15 посредством шлицевых валов 16 передают вращение рабочим колесам водяных насосов, а шестерни 20 посред-

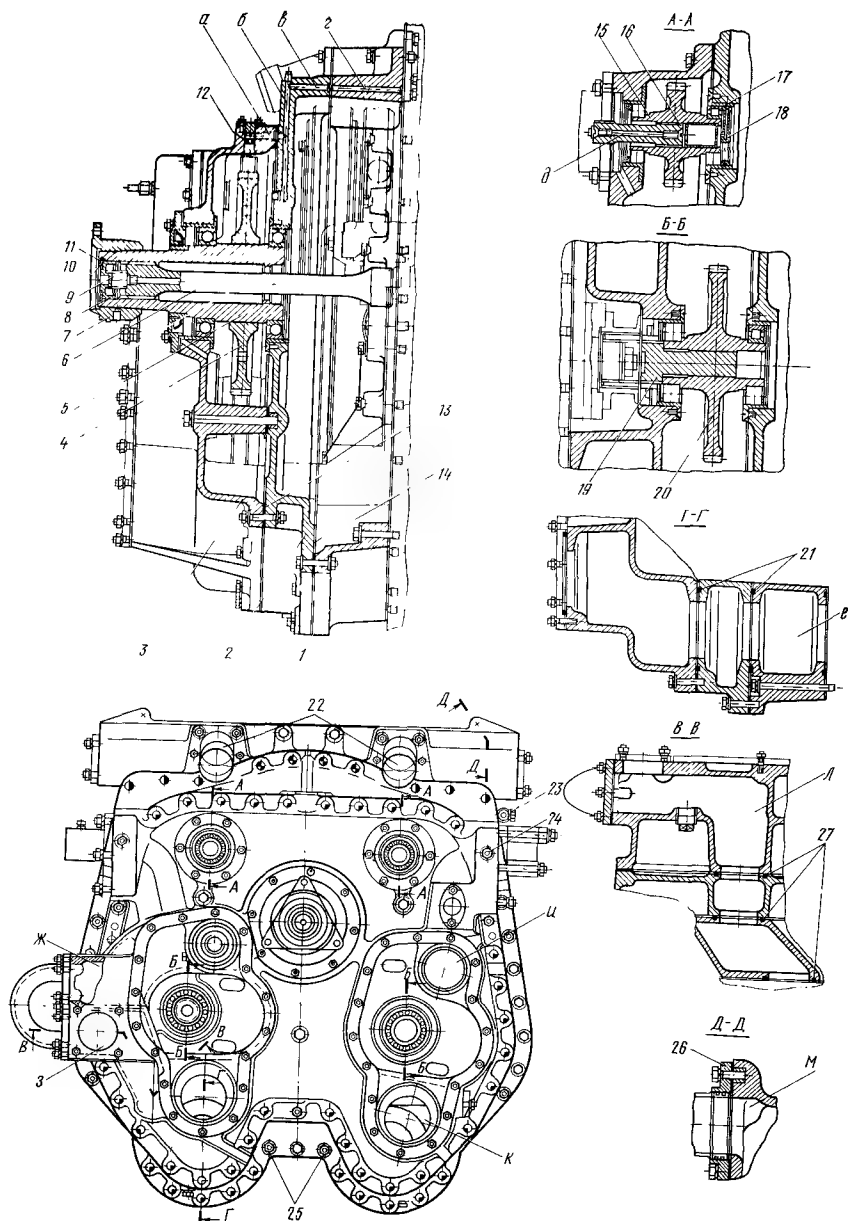


Рис. 21. Привод насосов:

1 — корпус задний; 2 — корпус средний; 3 — корпус передний; 4, 15, 20 — шестерни; 5 — ступица; 6, 16 — валы шлицевые; 7 — полумуфта; 8 — упор; 9 — пружина; 10 — кольцо стопорное; 11 — регулировочное кольцо; 12 — форсунка; 13, 14 — прокладки; 17 — обойма; 18 — проставок; 19 — вал; 21, 27 — кольца уплотнительные; 21 — патрубок; 23 — штуцер замера давления масла перед фильтром; 24 — штуцер замера разрежения в картере; 25 — шпилька; 26 — фланец; а, б, в, г, д, е, ж, и, к, л — каналы; з — отверстие; м — канал для прохода воды

ством шлицевых концов валов 19 — ведущим шестерням масляных насосов. Все шестерни и ступица вращаются в подшипниках качения.

Масло к трущимся деталям поступает из канала блока цилиндров по каналу *г* и далее по каналам *в*, *б*, *а*. Маслом, поступающим по каналам *а*, *б*, *в*, *г* в форсунку 12, смазываются шестерни, а через сверления в корпусах 1 и 2, обоймах 17 и проставках 18 масло поступает на смазку шлицев приводных валов водяных насосов и далее через канал *д* в валу 16 на смазку подшипников водяных насосов. По каналу *е* масло поступает из масляной ванны во всасывающую полость масляного насоса, а затем в нагнетательный канал *ж* в приводе, откуда через крышку масляной системы в канал *л* в приводе и далее в поддизельную раму. Через патрубки 22 вода проходит в кана-

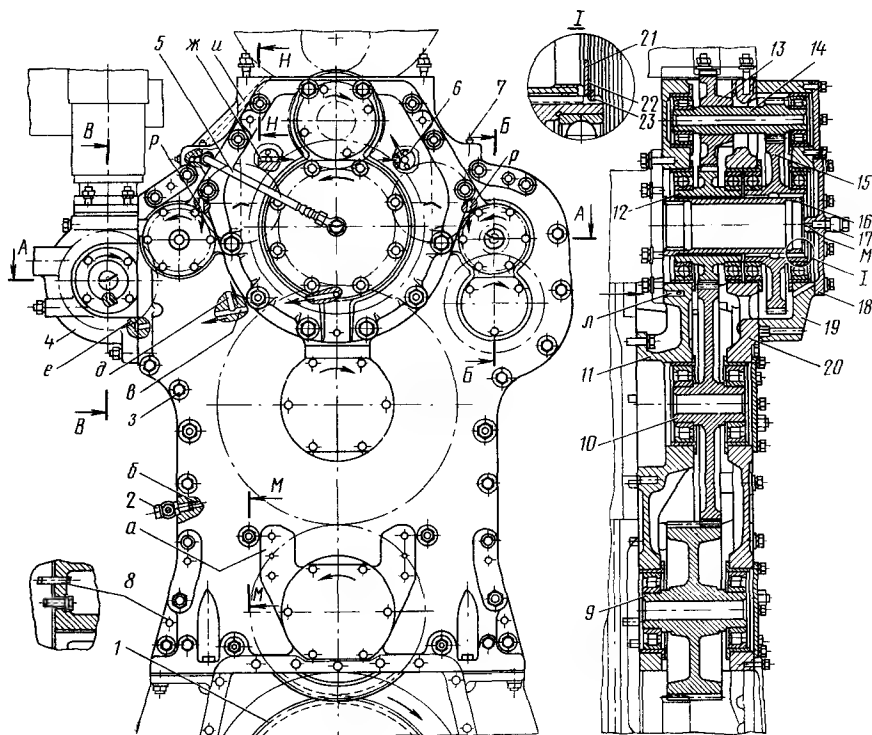
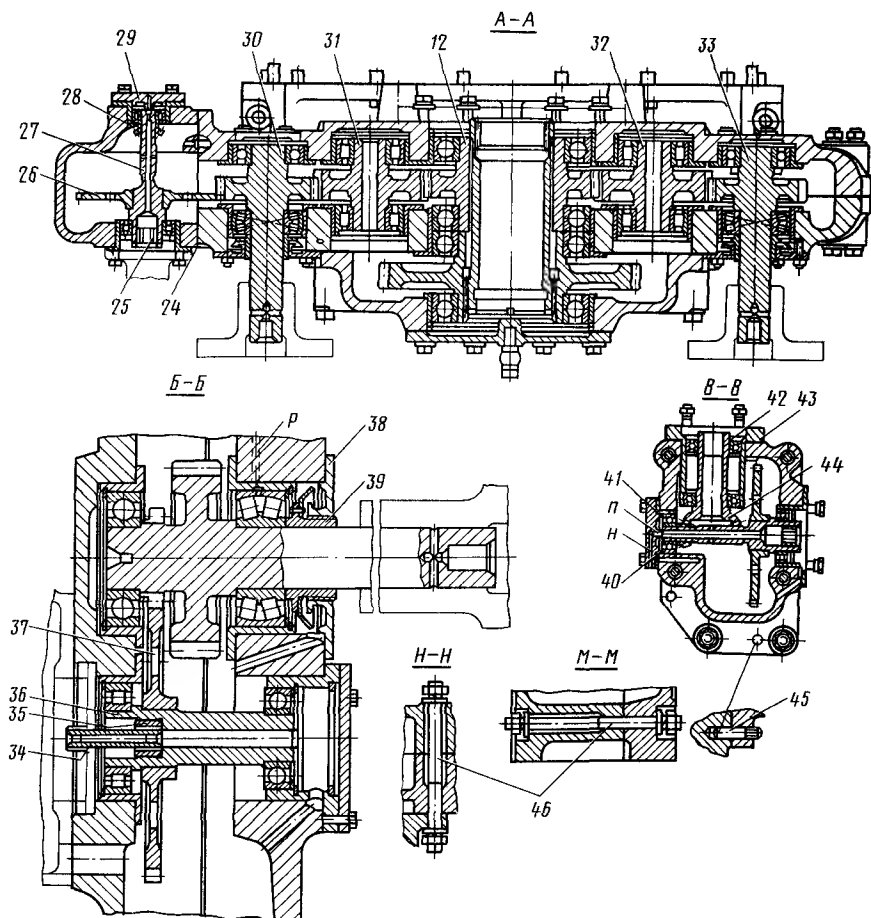


Рис. 22. Привод распределительного вала:

1 — шестерня коленчатого вала; 2, 17 — штифты; 3 — болт; 4, 11, 19, 20 — корпуса привода; 5 — рукав; 6 — форсунка; 7 — заглушка; 8, 45 — штифты; 9, 10, 12, 13, 14, 15, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 37, 44 — шестерни привода; 16 — втулка шлицевая; 18, 29, 38 — крышки; 21 — маслоотбойник; 22, 41 — кольца регулировочные; 23, 40, 42 — кольца стопорные; 24 — прокладка; 25, 35 — втулки шлицевые; 27, 36 — валы; 34 — вал шлицевой; 39 — маслоотбойник; 43 — обойма; 46 — шпилька призонная; *а* — прилив для установки валоповоротного механизма; *п*, *м* — отверстия подвода масла; *б*, *в*, *д*, *е*, *ж*, *и*, *л*, *р*, *н* — каналы подвода масла

лы и через фланец 26 в водяные коллекторы блока цилиндров. Слив воды из каналов производится только при полном сливе воды из дизеля. Отверстие з в переднем корпусе привода предназначено для подсоединения трубопровода от маслопрокачивающего насоса. Штуцер 23 служит для замера разрежения в картере, а штуцер 24 — для замера давления масла перед фильтром грубой очистки.

Привод распределительного вала (рис. 22) предназначен для передачи вращения от коленчатого вала распределительному валу, а также приводному валу объединенного регулятора, шестерням привода механического тахометра, валу с грузом предельного выключателя, якорю возбуждателя и якорю стартер-генератора. Кроме того, привод используется для передачи вращения коленчатому валу от стартер-генератора во время пуска дизеля.



Привод распределительного вала установлен на заднем торце блока цилиндров и представляет собой зубчатую передачу, состоящую из цементированных и закаленных прямозубых и термообработанных конических шестерен, помещенных в корпус, который состоит из корпусов 4, 11, 19 и 20.

Шестерни привода вращаются в подшипниках качения, установленных в стальных обоймах. Последние запрессованы в корпуса привода. Шестерня коленчатого вала посредством находящихся в зацеплении шестерен 9, 10, 12, 13, 14 и 15 и шлицевой втулки 16 вращает распределительный вал. Шестерня 12 посредством шестерен 31, 30, 26 и 28 вращает коническую шестерню 44, которая через шлицевое соединение вращает вал объединенного регулятора.

В вал 27 запрессована шлицевая втулка 25, вращающая шестерни привода механического тахометра через шлицевой валик.

Шестерня 30 имеет выходной вал. На валу напрессована полумуфта привода якоря возбудителя. Шестерня 12 посредством шестерни 32, 33 и 37 вращает вал 36. В последний запрессована шлицевая втулка 35, которая шлицевым валом 34 вращает вал с грузом предельного выключателя. Шестерня 33 имеет выходной вал, на который напрессована полумуфта привода якоря стартер-генератора.

Шлицевая втулка 16 имеет разное количество наружных и внутренних шлицев. Это позволяет через отверстие, закрытое крышкой 18, изменять взаимное положение распределительного и коленчатого валов без разборки всего привода.

В шестерне 15 шлицевая втулка 16 заstopорена кольцом 23, а разбег ее регулируется кольцом 22, установленным перед маслоотбойником 21.

Шестерни привода смазываются маслом, выходящим из форсунок 6, к которым оно поступает из лотка по каналам л, в, д, ж в корпусе привода. На смазку шлицев валика привода механического тахометра масло поступает из канала в по каналам е, н и отверстию п в крышке. Из канала ж по рукаву 5 штуцеру 17 и отверстию м в крышке масло поступает на смазку шлицевой втулки.

Подшипники привода смазываются масляными парами, а роликовые подшипники шестерен 30 и 33 — маслом, поступающим по каналам р в корпусе привода, отверстиям в обоймах и наружных обоймах роликовых подшипников. Маслоотбойники 39, установленные на валах 27 и 36, препятствуют вытеканию масла из привода распределительного вала. Масло, скопившееся в ресивере блока цилиндров, стекает по каналу б и штуцеру 2.

Размещение шестерен привода в отдельном корпусе позволяет применять агрегатный метод ремонта.

Турбокомпрессор (рис. 23), предназначенный для подачи воздуха под избыточным давлением для увеличения мощности и экономичности дизеля, расположен на кронштейне с переднего торца дизеля. Состоит турбокомпрессор из одноступенчатой осевой турбины, работающей за счет энергии выпускных газов, и одноступенчатого центробежного компрессора. Колесо компрессора и диск турбины смонтированы на одном валу (роторе).

Принцип работы турбокомпрессора следующий: отработавшие газы из цилиндров дизеля по коллекторам и газовой улитке поступают к сопловому аппарату, в котором они расширяются, приобретая необходимое направление и высокую скорость, направляются на лопатки рабочего колеса турбины и приводят во вращение ротор, отдавая при этом свою энергию. Газы из турбины выходят по выпускному патрубку в глушитель, а затем в атмосферу. При вращении ротора воздух засасывается через входной патрубок в колесо компрессора, где воздуху сообщается дополнительная кинетическая энергия и происходит основное повышение давления. В диффузоре и воздушной улитке вследствие уменьшения скорости воздуха происходит дальнейшее повышение давления. Из компрессора воздух подается в охладитель и далее в цилиндры дизеля.

Статор турбокомпрессора состоит из среднего корпуса, корпуса турбины и корпуса компрессора. Средний корпус состоит из корпуса 15 и двухзаходной газовой улитки 17. В среднем корпусе установлены бронзовые опорно-упорный 4 и опорный 28 подшипники, сопловой аппарат 24 и лабиринт (фланец) 1. Подшипники 4 и 28, состоящие из двух половин, центрируются втулками 35 и прикрепляются болтами 39 к нижней половине корпуса. Опорные поверхности подшипников покрыты сплавом олова и свинца. Торцы опорно-упорного подшипника имеют баббитовую заливку. Подшипники смазываются маслом, поступающим из масляной системы дизеля через штуцер 41. Из подшипников масло сливается в полость *к* и далее в картер дизеля.

Корпус 15 охлаждается водой, поступающей по каналу *н*. Стык около отверстий *п* для перетока воды уплотнен резиновыми кольцами 37. Вода из системы охлаждения дизеля поступает в полость *у* и по каналу *т* выходит в холодильную камеру тепловоза.

Корпус турбины состоит из корпуса 19, диффузора 25 и выпускного патрубка 21, покрытого теплоизоляционным материалом. В корпус 19 вставлены жаровые трубы 43 для прохода газа из выпускных коллекторов в газовую улитку. Корпус турбины охлаждается водой, поступающей из системы охлаждения дизеля по отверстию *ж* в полость *в* корпуса и выходящей из него через отверстие *ш*.

Корпус компрессора состоит из воздушной улитки 9, двухзаходного входного патрубка 7 и лопаточного диффузора.

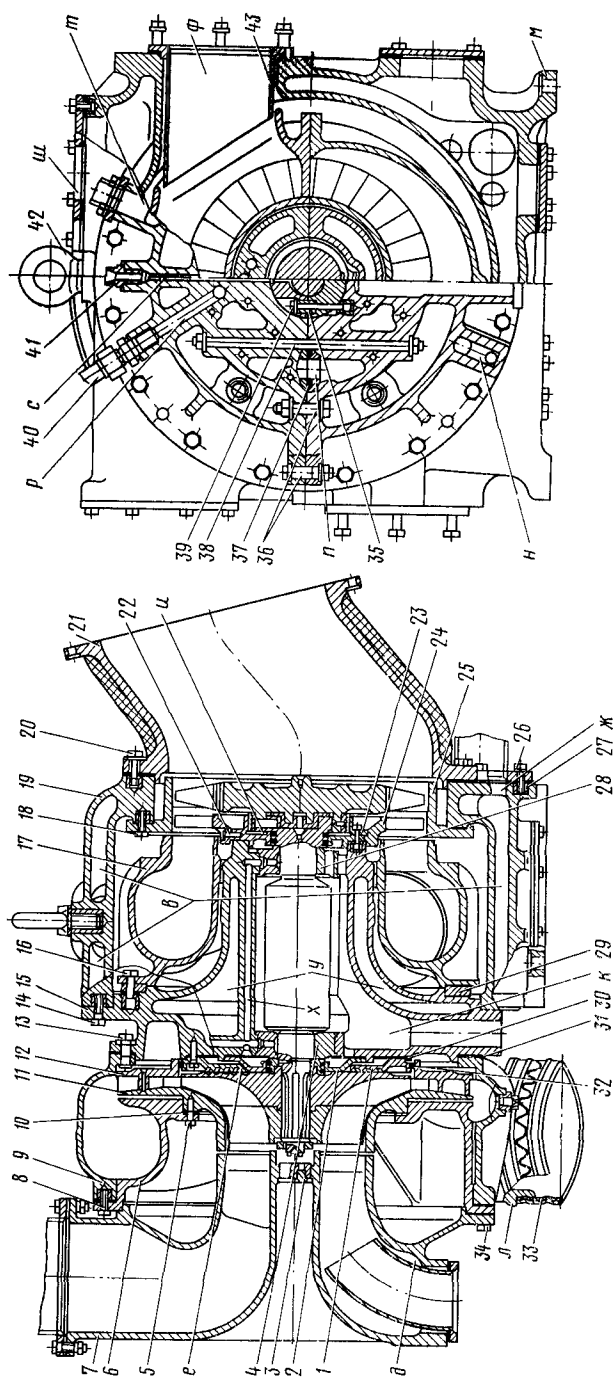


Рис. 23. Турбокомпрессор:

- 1, 2, 29 — фланцы; 3 — пробка; 4 — подшипник опорно-упорный; 5, 38 — шпильки; 6, 11 — проставки; 7 — патрубков входной; 8, 13, 14, 16, 18, 20, 34, 36, 39 — болты; 9 — улитка воздушная; 10 — прокладка регулировочная; 12, 25 — диффузоры; 15, 19 — корпус; 17 — улитка газовая; 21 — патрубок выпускной; 22 — штуфт; 23, 35 — втулки; 24 — сопловой аппарат; 26 — шайба; 27 — ввертыш; 28 — подшипник опорный; 30, 31 — прокладки; 32, 37 — кольца резиновые; 33 — рукав; 40 — труба; 41 — штуцер; 42 — рым; 43 — труба жаровая; δ , κ , ϵ , χ , τ — каналы; ν , ϵ , κ , κ , ν — полости; λ , ρ , ϕ , ψ — отверстия; μ — лапа

Диффузор состоит из проставки 11 и приклепанного к нему диска с лопатками. Полость за колесом компрессора отделяется от полости за диффузором резиновым кольцом 32.

Входной патрубок имеет канал d , по которому газы отсасываются из картера дизеля. Резьбовое отверстие во входном патрубке, закрытое пробкой 3, используется для установки индуктивного датчика при замере частоты вращения ротора.

Ротор состоит из вала, колеса компрессора с вращающимся направляющим аппаратом, диска турбины с рабочими лопатками, упорной и лабиринтной втулок. Шейка вала ротора, упорный торец вала и канавки под уплотнительные кольца азотированы для повышения их твердости и износостойкости. Колесо компрессора и вращающийся направляющий аппарат насажены на шлицы вала с натягом. В ручьях на валу и упорной втулке установлены разрезные уплотнительные кольца.

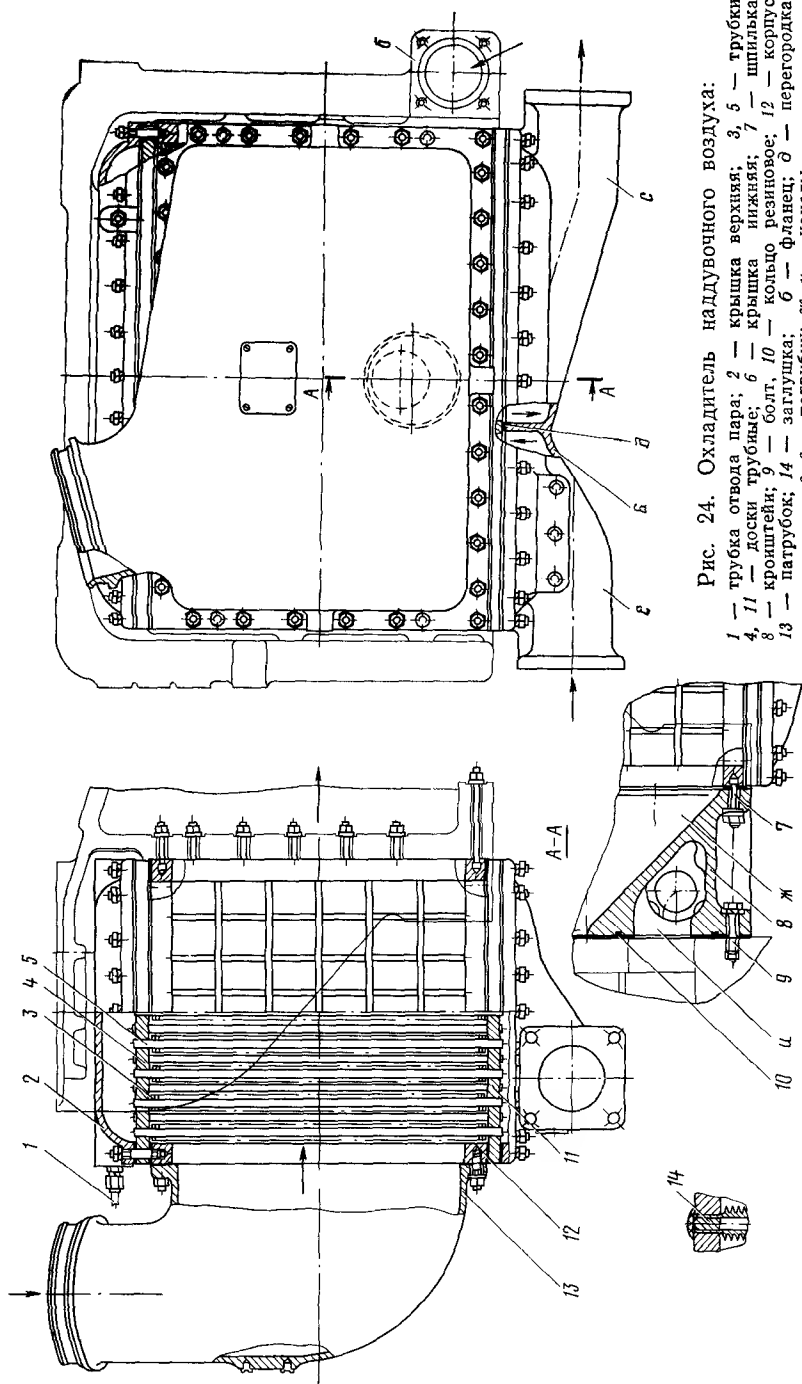
Система уплотнений предназначена для предотвращения попадания масла в газовые и воздушные полости турбокомпрессора, а также для уменьшения утечек газа и воздуха в масляную полость подшипников и далее в картер дизеля. Полость высокого давления за колесом компрессора изолирована от масляной полости лабиринтным уплотнением, образованным фланцем 1, колесом компрессора и уплотнительными кольцами. Для уменьшения износа уплотнительных колец воздух из полости e выпускается по отверстию p и трубе 40 в полость всасывания компрессора.

Просачиванию выпускных газов в масляную полость препятствует лабиринтное уплотнение, образованное уплотнительными кольцами. Для уменьшения утечки выпускного газа в масляную полость и предотвращения подсоса масла в полость турбины на режимах малых нагрузок дизеля в полость u по отверстию в корпусе подводится воздух из полости высокого давления за колесом компрессора.

Охладитель наддувочного воздуха (рис. 24), установленный на кронштейне 8, состоит из сварного корпуса 12, патрубка 13, верхней 2 и нижней 6 крышек и охлаждающей секции. Последняя имеет верхнюю 4 и нижнюю 11 трубные доски, в отверстия которых закреплены оребренные трубки 5. Внутри трубок образуются водяная, а между ними — воздушная полость.

Вода поступает в охладитель по патрубку e нижней крышки, перегородка d которой делит водяную полость секции охладителя пополам, проходит по трубкам одной, а затем второй половины секции и выходит через патрубок c . Пар из водяной полости отводится через трубку 1, установленную в верхней крышке.

Наддувочный воздух поступает к охладителю по патрубку 13, охлаждается в межтрубном пространстве и по каналу $ж$ в кронштейне поступает в ресивер блока цилиндров.



Коллекторы и выпускные трубы имеют водяное охлаждение. Коллектор состоит из секций 1 и 4 (рис. 25). Между секциями поставлена прокладка 13 из асбостального листа. Каждая секция представляет собой сварные из листовой стали двухстенные трубы, внутри которых вставлены трубы 9 из жаропрочной стали. Между наружной 11 и промежуточной 10 трубами коллектора образуется полость для перетока воды, охлаждающей коллектор. Вода для охлаждения коллектора поступает из крышек цилиндров по отверстиям в во фланцах коллектора. Соединение крышки с коллектором уплотнено резиновыми кольцами 16. Сверху во фланцах имеются резьбовые отверстия, закрытые пробками 20, для установки термодатчиков.

Коллектор к крышкам прикреплен болтами 17. Стыки между крышками цилиндров и фланцами выпускного коллектора уплотнены прокладками 18 из асбостального листа.

Для отвода воздуха и образовавшегося во время работы дизеля пара на патрубки каждого цилиндра установлены трубки 2.

Отвод воды от коллектора производится в верхней части газовыпускных труб через фланец 6. На газовыпускных трубах

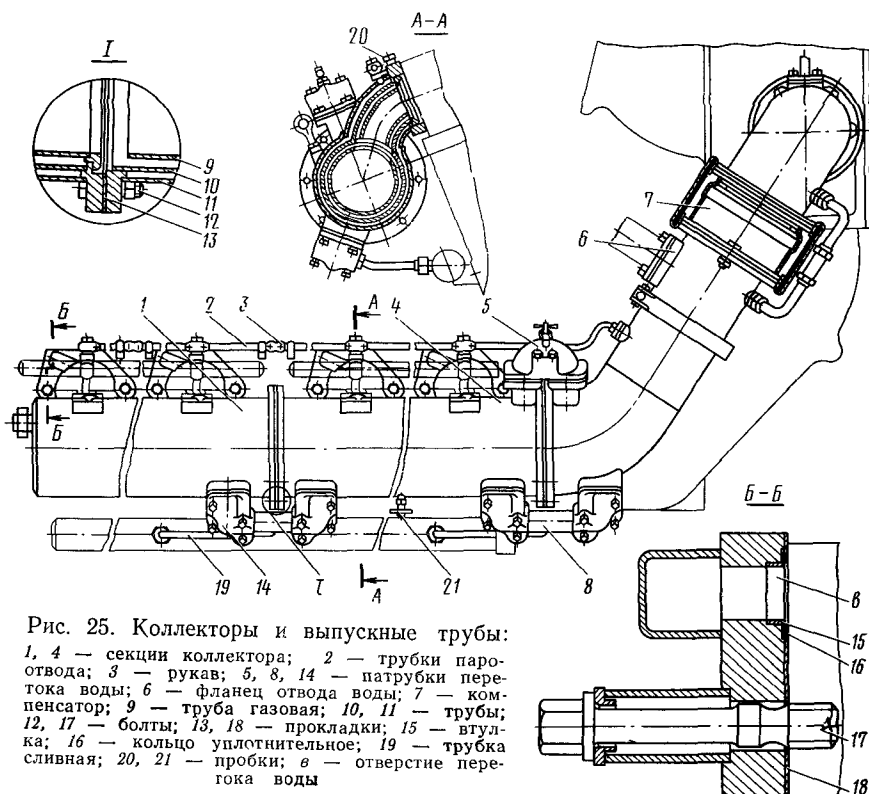


Рис. 25. Коллекторы и выпускные трубы:

1, 4 — секции коллектора; 2 — трубки паровывода; 3 — рукав; 5, 8, 14 — патрубки перетока воды; 6 — фланец отвода воды; 7 — компенсатор; 9 — труба газовая; 10, 11 — трубы; 12, 17 — болты; 13, 18 — прокладки; 15 — втулка; 16 — кольцо уплотнительное; 19 — трубка сливная; 20, 21 — пробки; в — отверстие перетока воды

установлены съемные компенсаторы 7, которые закрыты изоляцией из асбестовой ткани и стеклоткани.

Особенностью конструкции коллекторов является наличие в них жаровых труб, что позволяет значительно снизить отвод тепла от выпускных газов в воду. Кроме того, примененные водоохлаждаемые коллекторы имеют следующие преимущества: минимальное количество компенсаторов (2 шт. на дизель), отсутствие поверхностей с температурой выше 160°C, что обеспечивает необходимую пожаробезопасность в случае попадания на коллектор топлива или масла, а также уменьшение выделения тепла в машинное помещение.

Системы дизеля

Топливная система дизеля состоит из фильтра тонкой очистки, насоса высокого давления, форсунки и трубопровода высокого и низкого давления.

Топливный насос (рис. 26), установленный на лотке, предназначен для подачи топлива в форсунку. Плунжер насоса перемещается через толкатель кулачковой шайбой распределительного вала. Состоит насос из корпуса 5, втулки 16, плунжера 17, седла 11 и клапана 12. Втулка плунжера и седло клапана закреплены в корпусе насоса нажимным штуцером 13. Втулка плунжера зафиксирована в определенном положении стопорным винтом 15.

Во втулке плунжера имеются два отверстия *ж* для подвода и отсечки топлива. На плунжере в верхней его части расположены верхняя и нижняя спиральные отсечные кромки *е*, обеспечивающие регулировку количества подаваемого топлива в цилиндры путем поворота плунжера. Спиральные отсечные кромки на плунжере расположены таким образом, что при движении рейки в корпус насоса подача топлива уменьшается, а при выдвижении увеличивается.

На цилиндрической поверхности плунжера имеются две кольцевые канавки. Широкая канавка при любом рабочем положении плунжера по высоте соединена через отверстие *и* во втулке с полостью всасывания насоса, что исключает протекание топлива по плунжеру в масляную систему.

На втулку плунжера установлен зубчатый венец 6, в пазы которого входит ведущий поводок плунжера. В зацеплении с зубчатым венцом находится рейка 31, посредством которой механизм управления топливными насосами поворачивает плунжер.

Максимальный выход рейки 31, замеряемый от торца рейки до болта 9, ограничивается винтом 30, который препятствует повороту зубчатого венца и перемещению рейки насоса. Установку размера *А* производят при регулировании насоса по про-

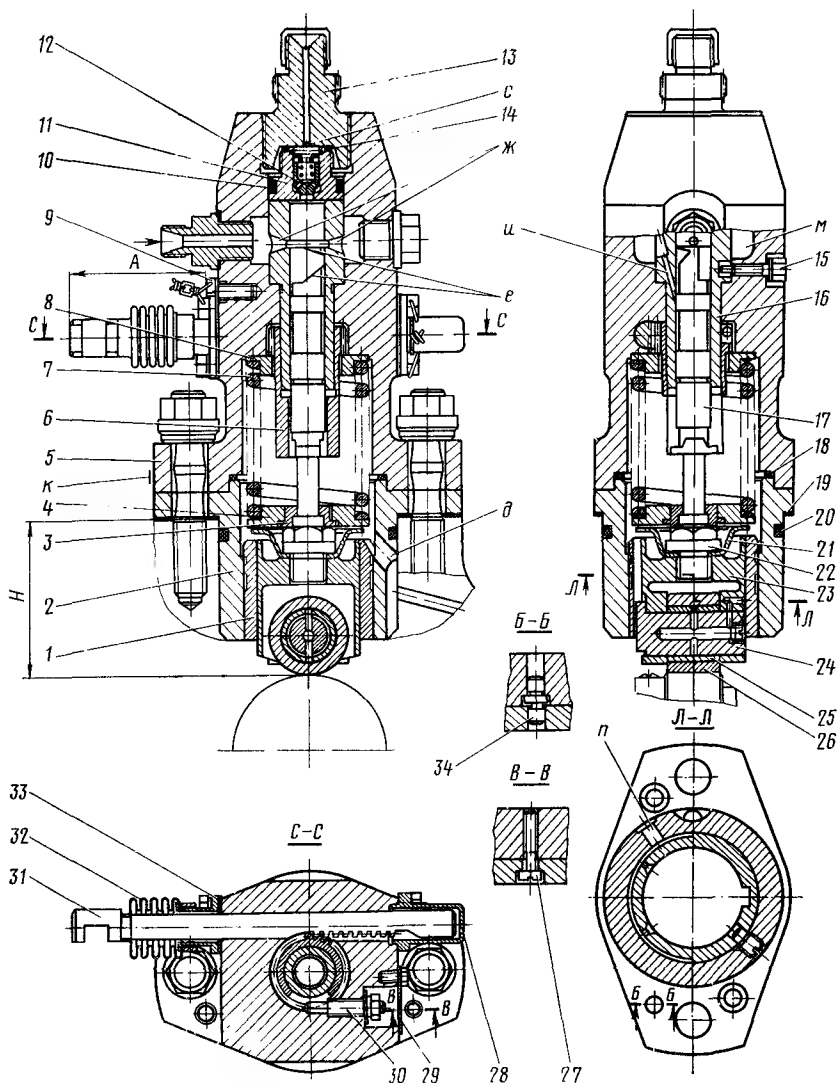


Рис. 26. Топливный насос:

1, 25 — втулки; 2 — втулка направляющая; 3, 21 — тарелки; 4 — тарелка верхняя; 5 — корпус насоса; 6 — венец зубчатый; 7 — пружина; 8 — тарелка верхняя; 9 — болт; 10, 18, 20 — кольца уплотнительные; 11 — седло клапана; 12 — клапан; 13 — штуцер нажимной; 14 — прокладка; 15 — винт стопорный; 16 — втулка плунжера; 17 — плунжер; 19 — прокладки регулировочные; 22 — упор; 23 — корпус толкателя; 24 — ось ролика; 26 — ролик; 27, 30 — винты; 28, 29 — крышки; 31 — рейка; 32 — колпак; 33 — фланец; 34 — штифт; А, Н — установочные размеры; ∂ — отверстие для слива масла; е — кромки отсецины; ж — отверстие для подвода и отсеки топлива; и — отверстие для подвода масла к толкателю; м — полость низкого давления; с — полость высокого давления

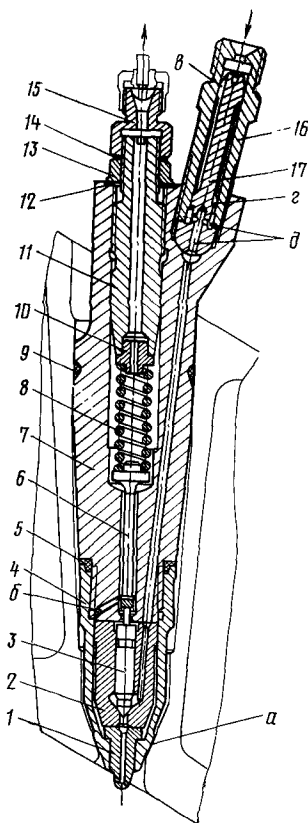


Рис. 27. Форсунка:

1 — сопло; 2 — корпус распылителя; 3 — игла; 4 — колпак; 5, 9 — кольца уплотнительные; 6 — штанга; 7 — корпус форсунки; 8 — пружина; 10 — тарелка; 11 — винт регулировочный; 12, 14 — прокладки; 13 — гайка; 15 — штуцер; 16 — корпус фильтра; 17 — стержень; а — конусная поверхность; б — канал отвода просочившегося топлива; в, г — пазы; д — отверстие прохода топлива

изводительности на стенде изменением положения рейки и прокладок под болтом 9.

Снизу к корпусу топливного насоса прикреплена направляющая втулка 2 толкателя. В нее запрессована втулка 1, в которой размещен толкатель, состоящий из корпуса 23, оси 24, втулки 25, ролика 26, упора 22 и тарелки 21, удерживающей толкатель во втулке 1 от выпадания при транспортировке и монтаже насоса.

Прокладками 19 регулируют равномерность угла опережения подачи топлива по цилиндрам. Для обеспечения одинаковых углов начала подачи топлива до в. м. т. по всем цилиндрам дизеля необходимо, чтобы зазор между плунжером и седлом нагнетательного клапана при верхнем крайнем положении плунжера был одинаковым у всех насосов и равным $2 \pm 0,1$ мм. Указанный зазор устанавливают набором регулировочных стальных прокладок 19 между опорными поверхностями фланца направляющей втулки 2 толкателя и лотком.

Определение необходимой толщины регулировочных прокладок производят на стенде завода-изготовителя, и эту толщину прокладок выбивают на поверхности к корпуса насоса, которая и является исходной при установке насоса на дизель. При регулировке величины давления сгорания допускается уменьшение или увеличение толщины прокладок на 0,5 мм.

Трущиеся поверхности корпуса толкателя 23, ролика 26 и втулки 25 смазываются маслом, поступающим из

канала лотка в отверстие п и сливающимся в лоток по трем отверстиям д.

Регулировку насоса по началу подачи топлива и производительности производят на специальном стенде с эталонной форсункой и такой же форсуночной трубкой.

Форсунка закрытого типа (рис. 27) установлена в крышке цилиндра и уплотнена конусной поверхностью а и резиновым кольцом 9. К нижнему торцу корпуса 7 прикреплен

колпаком 4 корпус 2 распылителя и сопло 1. Для обеспечения одинаковой затяжки на каждом колпаке 4 нанесены риски, равномерно расположенные по окружности.

В корпусе 2 распылителя размещена игла 3, разобшающая внутренние полости форсунки от камеры сгорания. Корпус распылителя и игла представляют собой комплект спаренных деталей. Игла прижимается к корпусу распылителя пружиной 8 через штангу 6. Сжатие пружины осуществляется поворотом регулировочного винта 11, положение которого фиксируется гайкой 13. Сверху на регулировочный винт накручен штуцер 15, к которому присоединена трубка отвода топлива, просочившегося через зазор между иглой и корпусом распылителя.

Топливо, поступающее в форсунку через щелевой фильтр, состоящий из корпуса 16 и стержня 17, пройдя через продольные пазы в, кольцевой зазор между корпусом и стержнем, направляется в продольные пазы г, откуда по отверстиям д — в канал корпуса форсунки.

Регулируют форсунку на специальном стенде при периодических ремонтах.

Механизм управления топливными насосами (рис. 28), установленный на лотке, предназначен для перемещения реек топливных насосов объединенным регулятором и отключения реек восьми топливных насосов на минимальной частоте вращения коленчатого вала. Механизм приводится в движение от вала объединенного регулятора, который посредством рычага 1, тяг 3 и 25, пружины 5 и рычага 6 поворачивает вал 18. Последний посредством рычага 23, тяг 21 и рычагов 20 поворачивает валы 11, на которых установлены рычаги 28, 30, 34, 35. Рычаги 30 и 34 пружинами 29 прижаты к рычагам 28 и 35.

На валах 11 установлены упоры 8 и рычаги 14. Упор 8 зафиксирован на валу штифтом 9 и болтом. Пружина 10 прижимает к упору 8 рычаг 14 с винтом 13, которым регулируют выдвижение рейки топливного насоса 6. В рычаг 14 установлена втулка 7 и ось 16, на которой имеется сухарь 15, входящий в паз рейки топливного насоса.

Конструкция механизма управления топливными насосами обеспечивает при необходимости отключение любого из насосов, а также перевод механизма управления в положение нулевой подачи топлива в случае заклинивания плунжера или рейки какого-либо топливного насоса. Для ограничения выхода реек топливных насосов на номинальной мощности на рычаге 23 имеется болт 24 упора мощности.

Для улучшения работы дизель-генератора на минимальной частоте вращения вала дизеля без нагрузки механизм управления топливными насосами имеет механизм отключения, посредством которого отключаются рейки топливных насосов с первого по четвертый каждого ряда цилиндров.

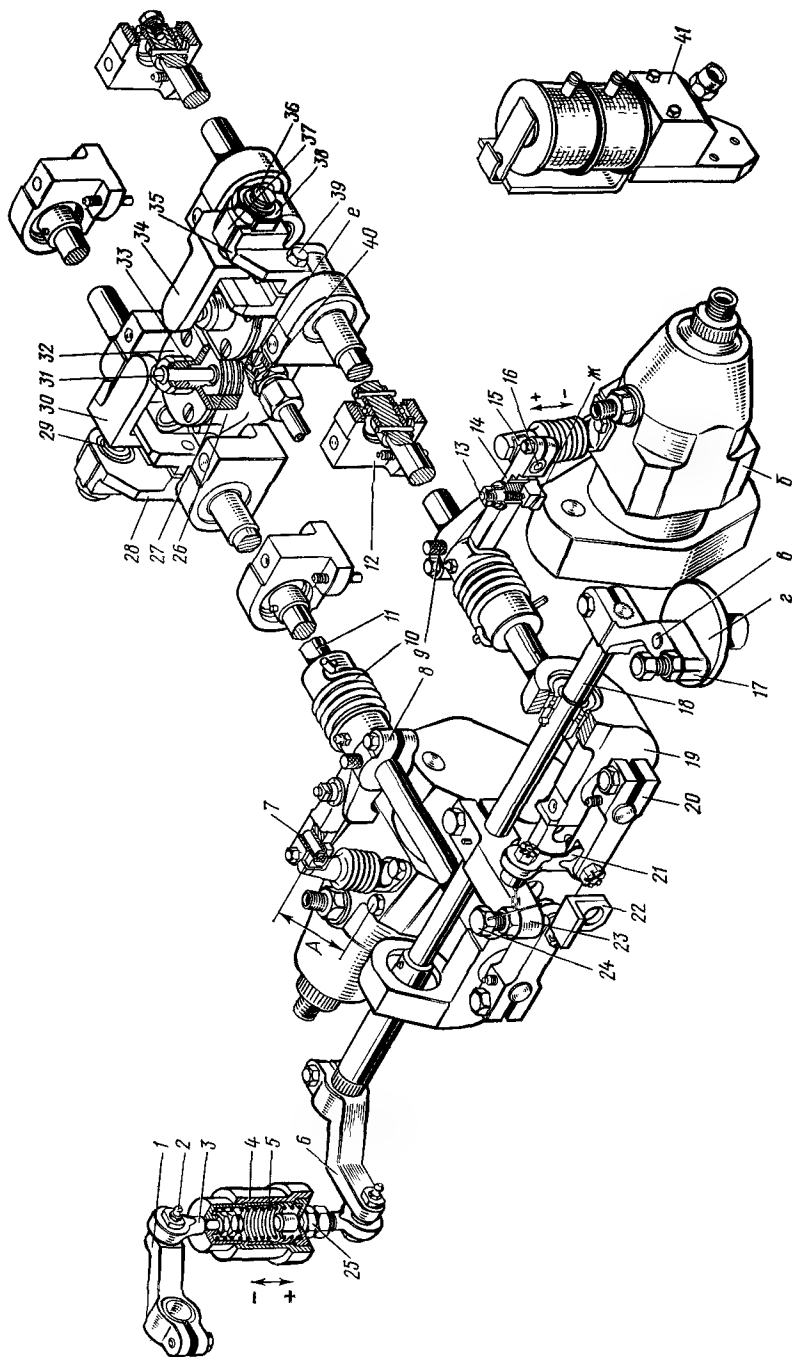


Рис. 28. Механизм управления топливными насосами:

1, 6, 14, 17, 20, 23, 30, 34, 35 — рычаги; 2 — маслянка; 3, 21, 25 — тяги; 4 — тяга упругая; 5, 10, 29, 33 — пружины; 7 — втулка; 8, 31 — упоры; 9 — штифт; 11, 18 — валы; 12, 19 — стойки; 13, 36 — винты регулировочные; 15 — сухарь; 16 — ось; 22 — планка; 24 — болт упора мощности; 26 — корпус; 27 — поршень; 32 — крышка; 37 — шайба стопорная; 38 — гайка; 39 — болт;

40 — штуцер; 41 — ventиль электропневматический; А — установочный размер; Б — насос топливный; в — отверстие для установки приспособления при проверке предельного выключателя; г — упор предельного выключателя; е — канал; ж — бурт под опору рычага в момент отключения цилиндров

Механизм отключения состоит из корпусов 26, поршней 27 с упорами 31, пружин 33, прижимающих поршни к корпусу 26, крышек 32 с уплотнительными манжетами и прокладками. Сжатый воздух от магистрали тепловоза подводится к электропневматическому вентилю 41, штуцеру 40 и по каналам *e* к поршням 27. При работе дизель-генератора на минимальной частоте вращения вала без нагрузки (нулевое или I положение контроллера) срабатывает электропневматический вентиль 41 и к механизму отключения подводится сжатый воздух. Давлением сжатого воздуха поршень преодолевает усилие затяжки пружин 33 и 29 и упором 31 перемещает рычаги 30, 34 и соответственно рейки топливных насосов первого — четвертого цилиндров обоих рядов в положение нулевой подачи топлива. При переводе дизель-генератора на работу под нагрузкой с I позиции и холостой ход со II позиции контроллера сжатый воздух выпускается из корпуса механизма отключения через электромагнитный вентиль, усилием пружины 33 поршень переместится до упора в торец корпуса 26, а пружина 29 переставит рычаги и соответственно рейки отключенных насосов на подачу топлива.

Обслуживание механизма управления в эксплуатации заключается в проверке крепления тяг, смазывании соединений и сухарей рычагов.

Масляная система. В систему входят масляные насосы, охладители масла, фильтр грубой очистки, центробежные фильтры, маслопрокачивающий насос, трубопровод и клапаны. Все элементы системы, кроме маслопрокачивающего насоса, расположены на дизель-генераторе. Для снижения общего уровня давления в системе на дизеле применены два последовательно расположенных масляных насоса.

Из ванны поддизельной рамы через сетчатый маслозаборник и размещенный в нем невозвратный клапан масло поступает во всасывающую полость первого насоса и подается в охладители. Часть масла поступает к центробежным фильтрам, из которых сливается в поддизельную раму. Из охладителей масла поступает во всасывающую полость второго насоса и затем через фильтр грубой очистки подается на дизель. Оба насоса имеют одинаковую конструкцию, но частота вращения второго на 3% выше первого.

При прокачке дизеля маслопрокачивающий насос забирает масло из поддизельной рамы и подает его через невозвратный клапан в систему дизеля (рис. 29).

М а с л я н ы й н а с о с шестеренчатого типа (рис. 30) односторонний, нереверсивный, приводится от дизеля через шлицевое соединение. Корпус 10 насоса отлит из серого чугуна и имеет расточки для рабочих шестерен. Торцы корпуса закрыты планками 8 и 12, изготовленными из антифрикционного чугуна. Стыковые поверхности корпуса с планками уплотнены прокладками 9 и 26.

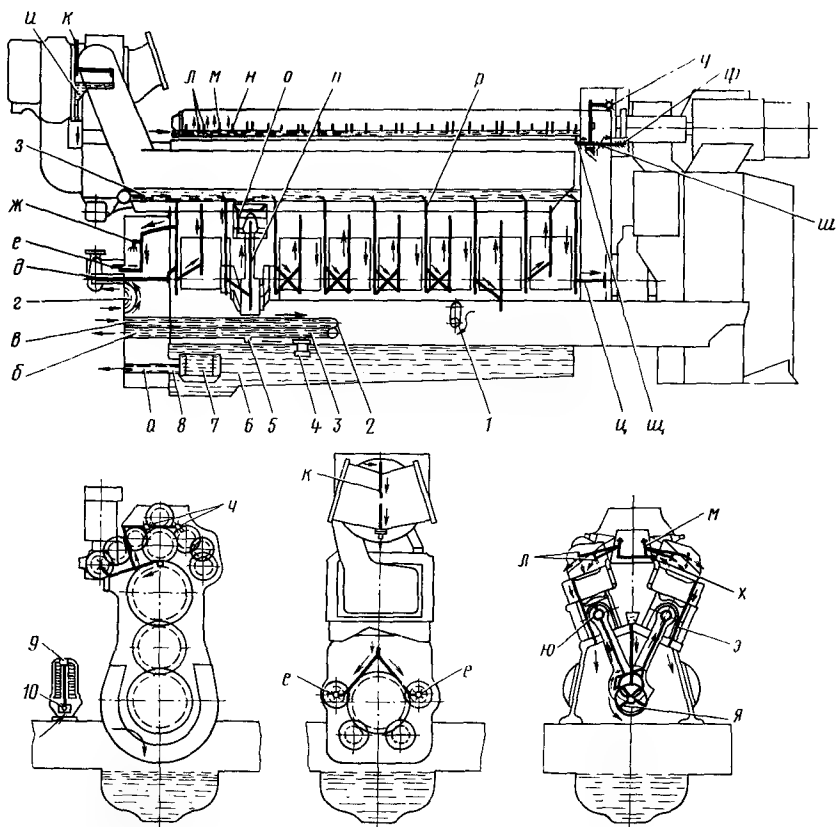


Рис 29. Внутренняя масляная система дизеля:

1 — труба перетока масла из правого теплообменника к левому; 2 — труба подвода масла к правому охладителю масла; 3 — труба отвода масла от левого охладителя масла к левому масляному насосу; 4 — клапан для забора масла левым масляным насосом; 5 — клапан перепуска масла при повышенном давлении перед левым масляным насосом; 6 — рама; 7 — маслозаборник сетчатый с встроенным обратным клапаном; 8 — труба подвода масла к правому масляному насосу; 9 — фильтры масла центробежные; 10 — труба подвода масла к центробежным фильтрам; а, б, в — каналы; г — канал перетока масла от левого масляного насоса в фильтр грубой очистки масла; д — канал подвода масла к шлицевому валу привода насосов; е — каналы подвода масла к шарикоподшипникам и шлицевому валу водяного насоса; ж — канал подвода масла к шестерням привода насосов; з — центральный канал подвода масла к узлам движения; и — полость для слива масла из подшипников турбокомпрессора; к — канал подвода масла к подшипникам турбокомпрессора; л — каналы подвода масла к осям рычагов и гидротолкателям крышек цилиндров; м — канал подвода масла к толкателям топливных насосов; н — канал подвода масла к подшипникам распределительного вала; о — канал слива масла из поршней; п — канал в стержне шатуна; р — канал подвода масла к коренным подшипникам коленчатого вала; у, ф, ш, ч — каналы подвода масла к подшипникам и шестерням привода распределительного вала; ц — канал подвода масла из лотка распределительного вала к корпусу привода распределительного вала; ц — полость коленчатого вала для подвода масла к десятому коренному подшипнику; х — канал масляный в лотке; э — канал слива масла из полости верхней части крышки цилиндров в картер дизеля; ю — полость охлаждения и смазки поршневого пальца; я — каналы коленчатого вала

Рабочие стальные косозубые шестерни 11 и 13 выполнены заодно с осями. Для уравнивания осевой силы ведущей шестерни в крышку 25 насоса встроено гидравлическое разгрузочное устройство в виде поршня, воздействующего на ось ведущей шестерни через шариковый упорный подшипник. Надпоршневое пространство соединено каналом с нагнетающей полостью насоса.

Разгрузочное устройство состоит из поршня 16, втулки 14, подшипника 15, шайбы 20, пружины 19 и гайки 17.

Ведущая шестерня приводится во вращение соединительной муфтой, которая укреплена на валу привода дизеля.

Для поддержания заданного рабочего давления нагнетательная полость насоса снабжена дифференциальным перепускным клапаном золотникового типа с демпфирующим устройством. Клапан размещен в корпусе насоса. При повышении давления масла свыше $8,5 \text{ кгс/см}^2$ ($83,9 \cdot 10^4 \text{ Па}$) клапан и поршень сжимают пружину и обеспечивают слив масла через окна клапана во всасывающую полость. При уменьшении давления в системе клапан под действием пружины опускается на седло.

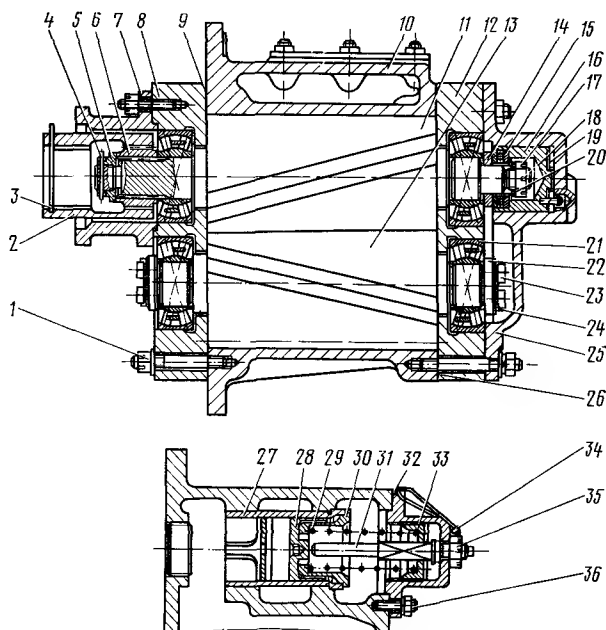


Рис. 30. Масляный насос:

1, 5, 17, 35, 36 — гайки; 2 — муфта; 3 — кольцо стопорное; 4, 18 — шпильки; 6 — поводок; 7, 14, 30 — втулки; 8, 12 — планки; 9, 26 — прокладки; 10 — корпус; 11, 13 — шестерни; 15, 21 — подшипники; 16, 28 — поршни; 19, 29 — пружины; 20, 22 — шайбы; 23 — болт; 24 — замок пластинчатый; 25, 32 — крышки; 27 — клапан; 31 — стержень; 33 — пробка; 34 — проволока

Охладители **масла**, размещенные на поддизельной раме с **левой и правой** сторон, предназначены для охлаждения масла, циркулирующего в системе дизеля. По потокам воды и масла **охладители** подключены последовательно. Охладитель (рис. 31) состоит из корпуса 2, передней 11 и задней 1 крышек, охлаждающей секции 10 и кронштейнов 8 и 15. Перегородка 5 крышки 11 разделяет водяную полость охладителя пополам.

Охлаждающая секция 10, зафиксированная в корпусе 2 в определенном положении штифтом 20, состоит из передней 3 и задней 16 трубных досок, в отверстиях которых закреплены развальцовкой оребренные трубки 6 с сегментными перегородками 13, создающими поперечное омывание маслом трубного пучка, что способствует лучшим условиям теплообмена.

Заполнители 9 и 21 уменьшают зазоры между корпусом и трубным пучком, тем самым сокращают перетоки неохлажденного масла. Стык сегментных перегородок и корпуса уплотнен резиновым шнуром 14.

Температурные удлинения трубок охлаждающей секции компенсируются за счет перемещения задней трубной доски 16, которая уплотнена в корпусе 2 и крышке 1 двумя резиновыми кольцами 19. Между кольцами 19 установлено промежуточное кольцо 18 с отверстиями в, через которые в случае просачивания будет вытекать вода или масло.

Вода в охладитель масла поступает по патрубку а передней крышки, проходит по трубкам 6 и выходит из патрубка б. Масло в охладитель поступает по трубопроводу, расположенному в поддизельной раме, и через отверстие в кронштейне 15 проходит в межтрубном пространстве и выходит через отверстие в кронштейне 8.

Водяная система двухконтурная закрытая с избыточным давлением (рис. 32). Горячий контур отводит тепло от деталей дизеля, а холодный контур — от наддувочного воздуха и масла дизеля. Вода горячего контура из холодильной камеры теплового насоса поступает во всасывающую полость водяного насоса горячего контура и далее через коллекторы правого и левого рядов блока цилиндров на охлаждение втулок и крышек цилиндров и среднего корпуса турбокомпрессора. Из крышек цилиндров вода поступает на охлаждение выпускных коллекторов, газовых выпускных труб и корпуса турбины.

Из выпускного и среднего корпусов турбины и левой газовой выпускной трубы вода отводится в холодильную камеру теплового насоса. Вода холодного контура из холодильной камеры теплового насоса поступает во всасывающую полость водяного насоса холодного контура и далее к охладителю наддувочного воздуха, затем к охладителям масла, а от них отводится в систему теплового насоса.

Водяные насосы нереверсивные, центробежные, установленные на приводе насосов, приводятся через шлицевое

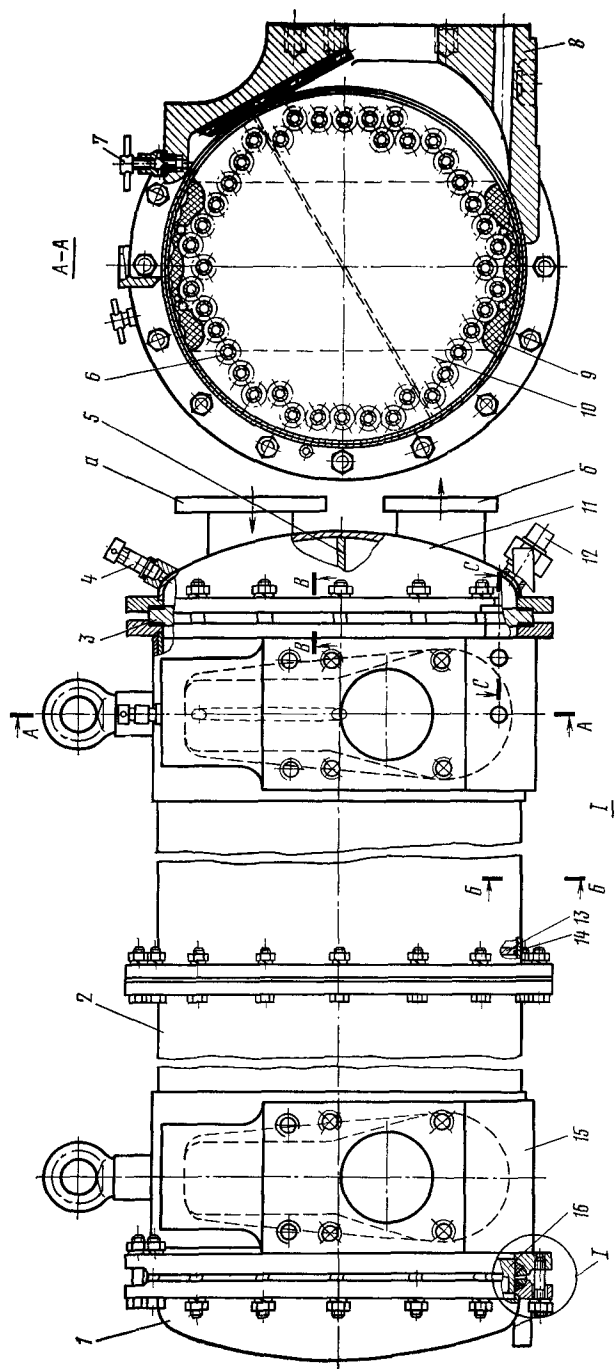
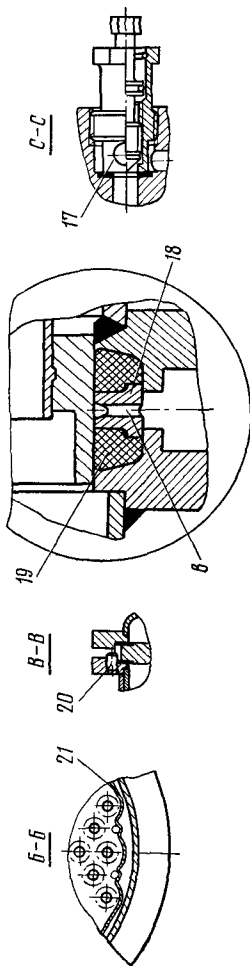


Рис. 31. Охладитель масла:
 1, 11 — трубы; 2 — корпус;
 3, 16 — трубные доски; 4, 7, 17 —
 вентили; 5, 13 — перегородки;
 6 — трубка охлаждающая; 8, 15 —
 крошители; 9, 21 — заполнители;
 10 — секция охлаждающая; 12 —
 труба; 14 — шпур; 18 — кольцо
 промежуточное; 19 — штифт; а, б —
 патрубки; в — контрольное от-
 верстие



соединение. Оба насоса одинаковой конструкции. Один насос работает в горячем контуре охлаждения, другой — в холодном.

Рабочее колесо 4 насоса, установленное на валу 6 на конусной посадке, размещено в корпусе 8 (рис. 33), который прикреплен к станине 7 при помощи шпилек. Вал 6 установлен на шариковых подшипниках 15 и 16. Смазка подшипников принудительная от дизеля через отверстие в шлицевом валике и по пазу втулки.

Водяная полость уплотнена торцовым уплотнением, состоящим из резиновой втулки 9, углеграфитового кольца 10, притертого к стальному фланцу 11. Втулка 9 и кольцо 10 постоянно прижаты при помощи пружины 22 через обойму 20.

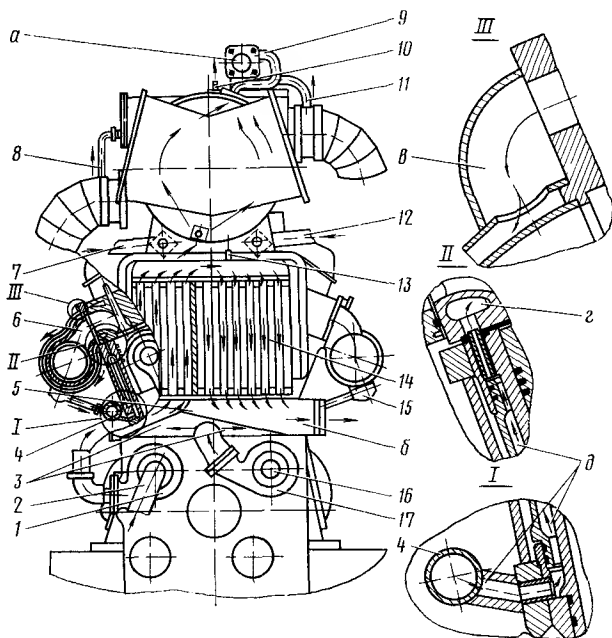


Рис. 32. Внутренняя водяная система дизеля:

1 — насос водяной холодного контура; 2 — труба подвода воды из холодильника тепловоза к насосу; 3 — патрубок подвода воды к водяным коллекторам блока цилиндров; 4 — водяной коллектор; 5 — патрубок охладителя наддувочного воздуха; 6 — коллектор выпускной; 7 — труба подвода воды к турбокомпрессору от правого выпускного коллектора; 8 — труба перетока воды и отвода пара из правого коллектора; 9 — труба отвода воды из среднего корпуса турбокомпрессора; 10 — штуцер отвода пара из среднего коллектора; 11 — труба перетока воды и отвода пара из левого коллектора; 12 — труба подвода воды к турбокомпрессору от левого выпускного коллектора; 13 — труба отвода пара из охладителя наддувочного воздуха; 14 — охладитель наддувочного воздуха; 15 — труба перетока воды из выпускного коллектора в водяной коллектор и слив отстоя воды; 16 — труба воды к насосу из холодильника тепловоза (горячий контур); 17 — насос водяной горячего контура; а — полость отвода воды из дизеля (горячий контур); б — полость отвода воды из холодильника наддувочного воздуха (холодный контур); в — полость перетока воды из крышек цилиндров к выпускным коллекторам; г — полость подвода воды для охлаждения крышек цилиндра; д — канал и полость перетока воды для охлаждения втулки цилиндра

Уплотнение масляной полости состоит из отражателя 14, втулки 13 с маслоотгонной резьбой и фланца лабиринта 12.

Обслуживание насоса заключается в периодическом осмотре и ремонте торцового уплотнения.

Система вентиляции картера служит для вентиляции и создания разрежения в картере дизеля путем отсоса газов турбокомпрессором. Разрежение предотвращает вытекание масла и выход газов через зазоры у валов, выходящих наружу, а также через неплотности в соединениях.

Система вентиляции состоит из трубопроводов, маслоотделительного бачка, управляемой заслонки и дифференциального манометра. Отсос газов производится из картера и лотка по трубам через маслоотделительный бачок и затем по трубе во всасывающую полость турбокомпрессора.

Управляемая заслонка (рис. 34) предназначена для обеспечения разрежения в картере дизеля в заданных пределах. При повышении частоты вращения коленчатого вала дизеля и, следовательно, увеличении давления воды, действующей на мембрану 3, заслонка 17 поворачивается против часовой стрел-

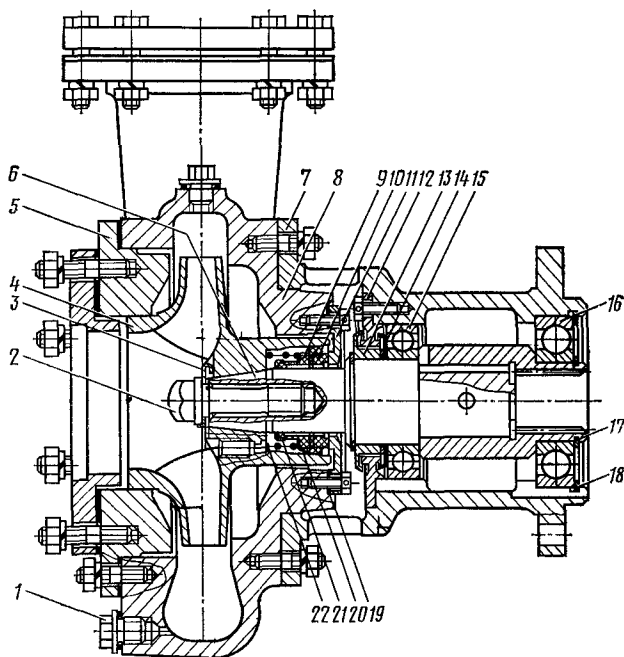


Рис. 33. Водяной насос:

1 — пробка; 2 — болт; 3 — пластина замочная; 4 — колесо; 5 — головка всасывающая; 6 — вал; 7 — станина; 8 — корпус; 9 — резиновая втулка; 10 — кольцо уплотнительное; 11, 12 — фланцы; 13 — втулка; 14 — отражатель; 15, 16 — шарикоподшипники; 17, 18 — кольца стопорные; 19 — прокладка; 20, 21 — обоймы; 22 — пружина

ки, уменьшая проходное сечение трубы, а при уменьшении частоты вращения коленчатого вала дизеля заслонка поворачивается по часовой стрелке и увеличивает проходное сечение трубы. Такое программное управление заслонкой в зависимости от давления воды в системе охлаждения позволяет поддерживать необходимый диапазон разрежения в картере при работе по тепловозной характеристике и на холостом ходу.

Измерительным элементом заслонки является мембрана 3, к которой через отверстие в кране 6 и полость 2 корпуса 2 под давлением подведена вода из системы дизеля. К мембране прикреплен шток 5, в который упирается тяга 9. В последнюю ввернута тяга 10, связанная шарнирным соединением с рычагом 11, закрепленным на валике 14. Пружина 28 посредством серьги 26 и штока 29 связывает рычаг 11 с корпусом 1.

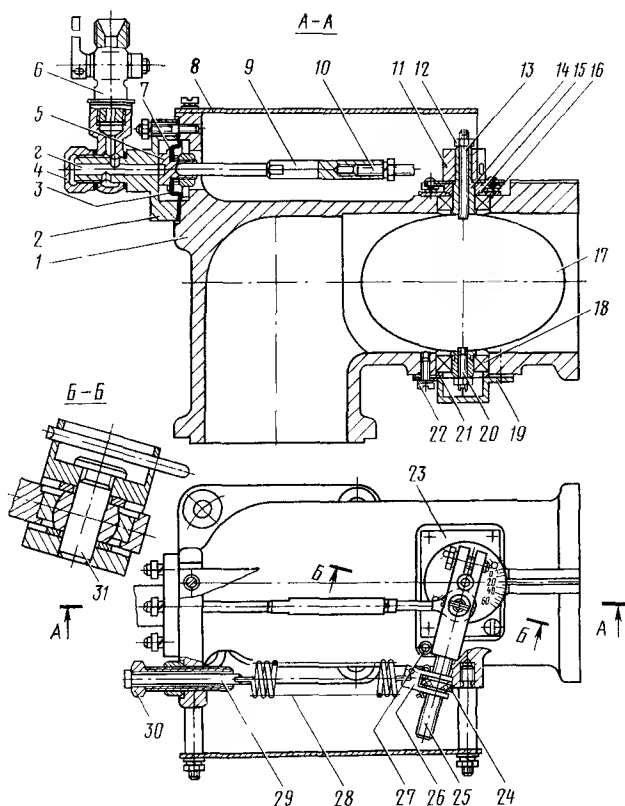


Рис. 34. Заслонка управляемая:

1, 2 — корпуса; 3 — мембрана; 4, 12 — гайки; 5, 29 — штоки; 6 — кран; 7 — накладка; 8 — кожух; 9, 10 — тяги; 11 — рычаг; 13, 20 — винты; 14 — валик; 15 — шкала; 16, 18 — подшипники; 17 — заслонка; 19, 23 — крышки; 21 — кольцо; 22 — прокладка; 24 — ролик; 25 — шпилька; 26 — серьга; 27 — штифт; 28 — пружина; 30 — втулка; 31 — ось; 2 — полость

Перемещение мембраны 3 через шток 5, тяги 9 и 10 рычага 11 передается заслонке 17, закрепленной в прорези валика 14. Начало поворота заслонки зависит от натяжения пружины 28, величина же натяжения изменяется вворачиванием (выворачиванием) втулки 30 в корпус 1. Угол поворота заслонки зависит от плеча пружины относительно оси валика. Длина плеча изменяется вращением ролика 24 на шпильке 25. Угол установки заслонки зависит от общей длины тяг 9 и 10, который может быть изменен вворачиванием (выворачиванием) тяги 10 в тягу 9.

Обслуживание в эксплуатации системы вентиляции состоит в проверке масла в указателе маслоотделителя, промывке бачка маслоотделителя, настройке заслонки и проверке уровня жидкости в дифманометре.

Объединенный регулятор

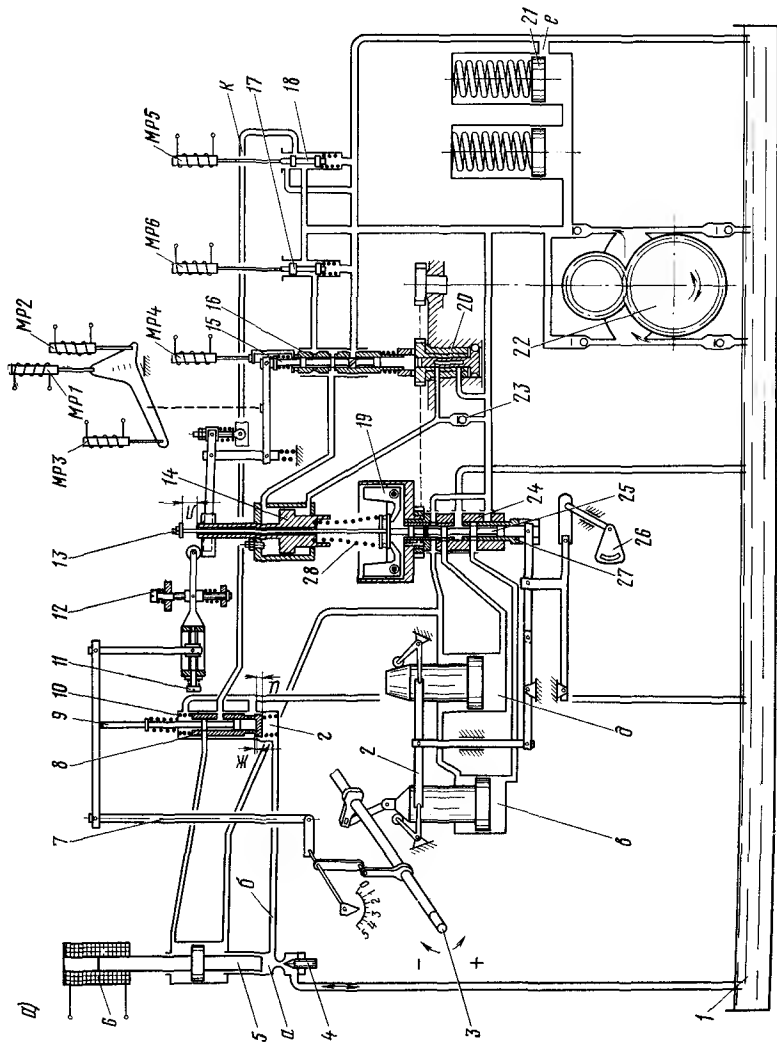
На дизель-генераторе установлен всережимный непрерывного действия гидромеханический регулятор частоты вращения коленчатого вала и нагрузки типа 7РС (рис. 35) конструкции завода-изготовителя дизеля. Регулятор автоматически поддерживает заданный режим работы дизеля, воздействуя на рейки топливных насосов и через индуктивный датчик на контур возбуждения тягового генератора.

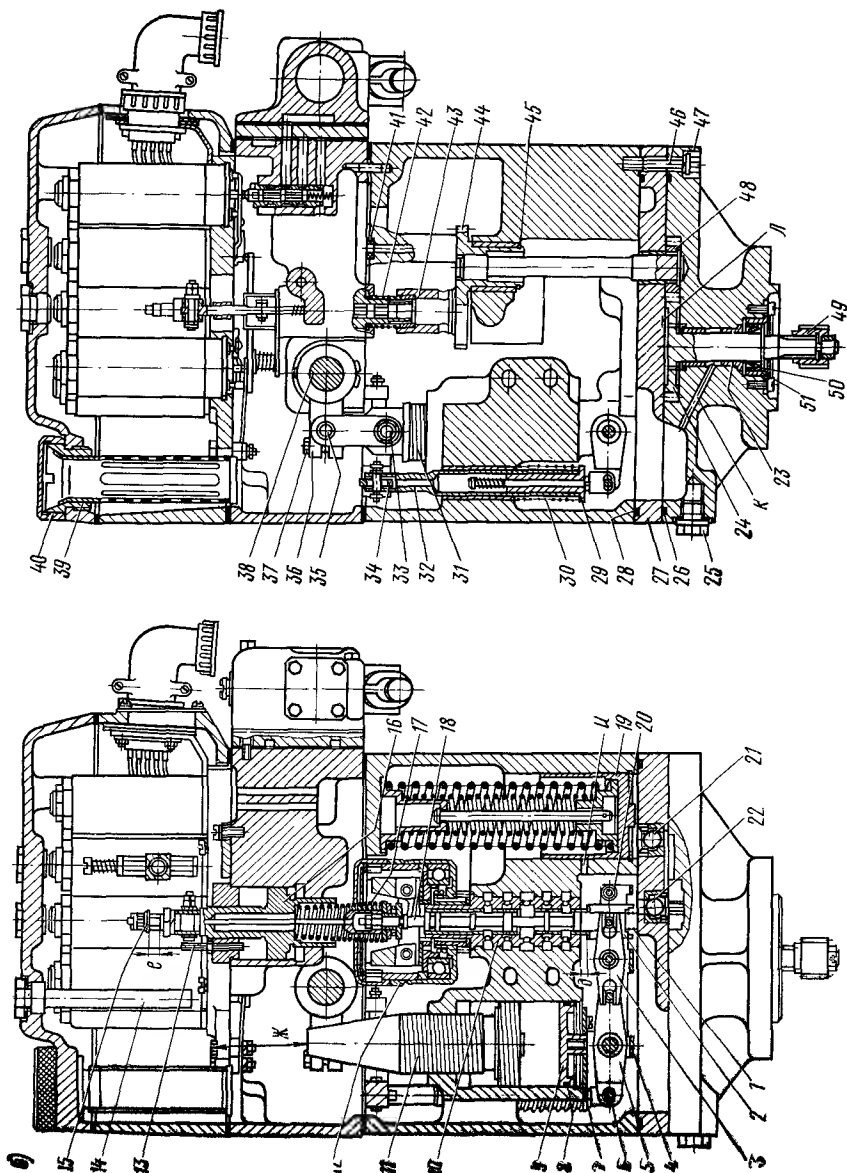
Регулятор имеет центробежный измеритель частоты вращения коленчатого вала, автономную масляную систему, устройство ступенчатого пятнадцатипозиционного электрогидравлического дистанционного управления, устройство для дистанционной остановки дизель-генератора с пульта управления тепловоза или при срабатывании защит дизель-генератора и устройство для вывода якоря индуктивного датчика в положение минимального возбуждения тягового генератора.

Устройство регулятора. В нижнем корпусе регулятора размещен масляный насос, в среднем — золотниковая часть с измерителем частоты вращения коленчатого вала, аккумуляторы масла, силовой и дополнительный сервомоторы, рычажная передача обратной связи и механизм изменения длительности набора заданной частоты вращения вала дизеля, а в верхнем — механизм управления частотой вращения, механизм регулирования нагрузки дизеля, механизм вывода индуктивного датчика в положение минимального возбуждения генератора и механизм стопа.

Схема и работа составных частей регулятора. В установившемся режиме работы дизель-генератора центробежная сила грузов измерителя 19 (рис. 35, а) уравнивается всережимной пружиной 28. Золотник 25 своими поясками перекрывает окна в подвижной 27 и неподвижной втулках, вследствие чего полость в силового сервомотора и полость д дополнительного

а — схема регулятора
 1 — масляная ванна регулятора; 2 — рычажная передача от поршней сервомоторов к подвижной втулке; 3 — вал; 4 — штифт; 5 — поршень сервомотора индуктивного датчика; 6 — индуктивный датчик; 7 — рычажная передача к золотнику регулирования нагрузки; 8 — втулка регулятора; 9 — золотник регулирования нагрузки; 10 — пружина; 11 — винт регулятора; 12 — винт регулятора; 13 — тарелка; 14 — поршень сервомотора управления; 15 — втулка управления; 16 — золотник стопа; 17 — золотник вывода индуктивного датчика в положение минимального возбуждения; 18 — измеритель; 19 — механизм; 20 — насос; 21 — масляный насос; 22 — клапан; 23 — сектор согласования поршней; 24 — подвижная втулка; 25 — всевозможная пружина; а — изодомная полость сервомотора индуктивного датчика; б — канал; в, д — полости под поршнями сервомоторов; е — изодомная полость золотника регулирования нагрузки; ж — выпускное отверстие аккумулятора масла; з — переключатель золотников регулирования нагрузки на двигатель; к — канал; л — зазор на выключенне регулятора;





- 5 — разрез регулятора;
 1, 30, 42 — пружины; 2 —
 втулка подвижная; 3, 5, 34,
 36 — рычаги; 4 — корыто;
 6, 33 — ось; 7 — крон-
 штеин; 8, 26, 28 — кольца
 уплотнительные; 9 — за-
 глушка; 10 — буска; 11 —
 поршень; 12 — измеритель
 скорости; 13 — винт регу-
 лировки хода поршня на
 выключение регулятора;
 14 — винт ручного регули-
 рования частоты вращения
 вала двигателя; 15 — тарелка;
 16 — поршень, управляющий
 частотой вращения; 17 —
 всережменная пружина; 18 —
 золотник; 19 — поршень ак-
 кумулятора; 20 — поводок;
 21 — клапан нагнетатель-
 ный; 22 — клапан всасыва-
 ющий; 23 — втулка; 24, 43 —
 валики с шестернями; 25 —
 пробка для слива масла;
 27 — плита; 29 — гайка;
 31 — поршень силовой; 32 —
 тяга; 35 — палец; 37, 46 —
 винты; 38 — вал; 39 — шту-
 пер с сеткой; 40 — пробка;
 41 — шайба уплотнительная;
 43, 44 — шестерни; 45 —
 кольцо; 47 — нижний кор-
 пус; 49 — втулка шлице-
 вая; 50 — манжета; 51 —
 крышка; 6 — установоч-
 ный размер подвижной
 втулки; е — зазор на вы-
 ключение регулятора; ж —
 размер для согласования
 поршней; и — канал сли-
 ва масла из аккумулято-
 ра; к — канал для смазки
 привода регулятора; л —
 торцовый зазор в шестер-
 нях масляного насоса

Рис. 35. Объединенный регулятор:

сервомотора перекрыты и их поршни остаются неподвижными. Подача топлива не изменяется

При изменении затяжки всережимной пружины или частоты вращения грузы сходятся или расходятся, вызывая перемещение золотника 25. При перемещении золотника вниз, что соответствует уменьшению частоты вращения или увеличению затяжки пружины, поясок золотника открывает окно в подвижной втулке 27. Масло сливается из полости *в* под поршнем силового сервомотора, который перемещается вниз на увеличение подачи топлива. Посредством рычажной передачи 2 перемещается и подвижная втулка 27 вниз до перекрытия окна пояском плунжера. Поршень силового сервомотора, изменив подачу топлива, останавливается. Второй управляющий поясок золотника, имеющий большую ширину, чем окно в неподвижной втулке, с некоторым запаздыванием открывает проход маслу из аккумулятора масла в полость *д* под поршнем дополнительного сервомотора, который переместится вверх. Посредством той же рычажной передачи 2 подвижная втулка будет перемещаться вверх.

Увеличение подачи топлива, вызванное перемещением вниз поршня силового сервомотора, и, следовательно, поворот вала 3 вызывают увеличение частоты вращения вала, и грузы измерителя расходятся, возвращая золотник 25 в исходное положение.

Возвращение золотника и перемещение подвижной втулки осуществляются одновременно с одинаковой скоростью, окно во втулке остается перекрытым пояском золотника и поршень силового сервомотора неподвижен. Возвращение в исходное положение золотника и втулки будет происходить до тех пор, пока второй поясок золотника не перекроет доступ масла в полость *д* под поршнем дополнительного сервомотора и поршень не остановится.

При перемещении золотника вверх, что соответствует увеличению частоты вращения или уменьшению затяжки всережимной пружины, поясок золотника открывает окно в подвижной втулке 27. Масло из аккумулятора поступает в полость *в*, и поршень силового сервомотора перемещается вверх на уменьшение подачи топлива. В остальном действие регулятора аналогично действию при уменьшении частоты вращения вала дизеля или увеличении затяжки пружины.

Изменение частоты вращения вала дизеля производится при помощи механизма управления. Магниты *МР1*, *МР2* и *МР3* воздействуют на золотник 15, и магнит *МР4* перемещает втулку 16 золотника. При смещении золотника 15 относительно втулки открывается соответственно направлению смещения либо подвод масла в полость над поршнем 14 сервомотора управления частотой вращения, либо слив масла из этой полости. Под действием поступающего масла перемещается поршень 14 серво-

мотора, изменяя затяжку всережимной пружины 28. Перемещение поршня 14 через траверсу на штоке поршня и систему рычагов передается на золотник 15, который вновь перекрывает окна втулки своим пояском, и поршень 14 останавливается в новом положении. При перемещении поршня 14 на затяжку пружины 28 и, следовательно, на увеличение частоты вращения вала в полости под поршнем 14 создается давление масла больше аккумуляторного и клапан 23 закрывается. Масло из полости под поршнем в этом случае вытесняется через вращающийся дроссель механизма 20 изменения длительности набора заданной частоты вращения вала.

Механизм регулирования нагрузки, состоящий из золотниковой части и блока сервомотор — индуктивный датчик, предназначен для перемещения реек топливных насосов и поддержания частоты вращения коленчатого вала двигателя. Поэтому смещение золотника 9, управляющего положением поршня 5 сервомотора индуктивного датчика 6, производится при изменении заданной частоты вращения вала двигателя и крутящего момента. При установившемся движении поршень управления и вал силового сервомотора неподвижны. Как только тепловоз начнет свое движение на подъем, ток тяговых электродвигателей и соответственно тягового генератора повысится. В результате увеличится электрическая мощность тягового генератора, частота вращения вала двигателя уменьшится и регулятор будет работать, как описано ниже в случае увеличения затяжки всережимной пружины, увеличивая подачу топлива.

Вал 3 силового сервомотора в этом случае переместит золотник 9 вниз. Поясок золотника 9 откроет окно во втулке 8 и сообщит полость над поршнем 5 сервомотора индуктивного датчика со сливом. Так как в полость под поршнем 5 подается масло из аккумуляторов постоянно, то поршень 5 переместится вверх и вдвинет сердечник в катушку индуктивного датчика 6. Полное сопротивление катушки индуктивного датчика будет увеличиваться, а напряжение возбуждения тягового генератора уменьшаться. Поршень 5 создает в полости *a*, канале *b* и полости *г* разрежение, под действием которого втулка 8 сместится вслед за золотником, догонит своим окном его поясок и перекроет окно. Поршень 5 остановится. В полости *a* через иглу 4 разрежение уменьшается и втулка 8 под действием пружин 10 перемещается вверх. Так как напряжение тягового генератора и его мощность уменьшились, то в силу наличия избыточного крутящего момента на валу двигателя увеличится частота вращения и регулятор начнет уменьшать подачу топлива. Вал силового сервомотора переместит золотник 9 вверх. Движение золотника 9 и втулки 8 вверх осуществляется одновременно с перекрытым окном, а поршень 5 индуктивного датчика неподвижен. Вал силового сервомотора, золотник и втулка возвращаются в свое исходное положение. Мощность тягового генератора воз-

вернется к исходной величине. Так как ток тяговых двигателей увеличился, а напряжение уменьшилось, то тепловоз увеличит тягу и снизит скорость движения.

Для сокращения времени регулирования служит отсечный механизм, выполненный в виде пояска на втулке 8 и окон на буксе. При смещении втулки 8 вниз вследствие малого перекрытия пояска втулки 8 и кромки буксы поясок открывает проход масла по каналу из ванны регулятора в полость 2 и поршень 5 перемещается значительно быстрее.

При движении тепловоза под уклон ток тяговых двигателей уменьшается и вал силового сервомотора поворачивается в сторону уменьшения подачи топлива. Электрическая система тепловоза увеличивает напряжение возбуждения тягового генератора, напряжение тяговых двигателей увеличивается, сила тяги тепловоза уменьшается, скорость возрастает.

Нижняя кромка пояска втулки 8 имеет большую перекрышу и до отверстия слива масла в ванну регулятора и при значительном перемещении поршня 5 в сторону увеличения напряжения возбуждения открывает окно позже, чем при движении поршня 5 вверх. Время переходного процесса при этом возрастает.

Механизм вывода индуктивного датчика в положение минимального возбуждения состоит из электромагнита *МР5* и золотника 18. При затяжном боксовании тепловоза на магнит *МР5* поступает электропитание и он перемещает золотник 18 вниз. Верхний рабочий поясок золотника перекрывает подачу масла из аккумулятора и соединит канал *к* с ванной регулятора. Масло из полости над поршнем 5 сервомотора индуктивного датчика сливается, и поршень вдвигает сердечник в катушку. В результате двигатель разгружается и тепловоз прекращает боксование.

Механизм стопа состоит из электромагнита *МР6* и золотника 17. При снятии питания с электромагнита золотник 17 под действием пружины перемещается вверх, своим нижним рабочим пояском перекрывает подачу масла из аккумулятора к золотнику управления и соединяет полость над поршнем 14 с масляной ванной регулятора. Масло из полости сервомотора управления сливается в ванну регулятора, поршень 14 перемещается вверх, выбирает зазор *л* тарелки 13 и поднимает золотник 25 вверх. Масло из аккумулятора поступает в полость *в* под поршнем силового сервомотора. Поршень перемещается вверх и выключает подачу топлива. Двигатель останавливается.

Устройство для регулировки «наклона» тепловозной характеристики. Винтом 12 регулируют уровень мощности на номинальной позиции контроллера, а винтом 11 — «наклон» характеристики.

СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЗА, ПРИВОДЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ

Водяная система

Назначение. Высокая температура газов, возникающая при сгорании топлива в цилиндрах дизеля, может вызвать резкое ухудшение условий смазки трущихся частей и значительные термические напряжения в деталях, если не предусмотреть специального их охлаждения. Для отвода тепла от неподвижных деталей дизеля (втулки цилиндров, выпускные коллекторы и др.) используется система водяного охлаждения. Кроме того, водяная система используется для отвода тепла от смазочного масла, охлаждаемого в водомасляном теплообменнике. Водяная система служит также и для отвода тепла от наддувочного воздуха, нагревающегося при сжатии, и поэтому включает в себя воздухоохладитель. Охлаждение воды дизеля и наддувочного воздуха происходит в секциях радиаторов, установленных в холодильнике.

В холодное время года горячая вода дизеля используется для обогрева кабины машиниста, нагрева топлива в топливонагревателе и воды в бачке санузла.

Устройство и работа. Система водяного охлаждения дизеля выполнена замкнутой. Циркуляция определенного объема воды в системе дизель—охлаждающие устройства обеспечивается водяными насосами. Для раздельного регулирования температур воды и масла на тепловозе применена водяная система, состоящая из двух самостоятельных контуров циркуляции: контура охлаждения дизеля и контура охлаждения масла и наддувочного воздуха (рис. 36).

В первом контуре вода, охлаждающая дизель, включая втулки цилиндров, газораспределительные коллекторы и турбокомпрессор, отдает тепло воздуху, проходящему через водовоздушные секции 19 и 43 охлаждающего устройства. Во втором контуре вода, охлаждающая масло дизеля в двух симметрично расположенных на дизеле водомасляных теплообменниках 3 и наддувочный воздух в водовоздушном холодильнике 6, отдает тепло воздуху, проходящему через водовоздушные секции 21. Каждый контур циркуляции обслуживается своим водяным лопастным насосом.

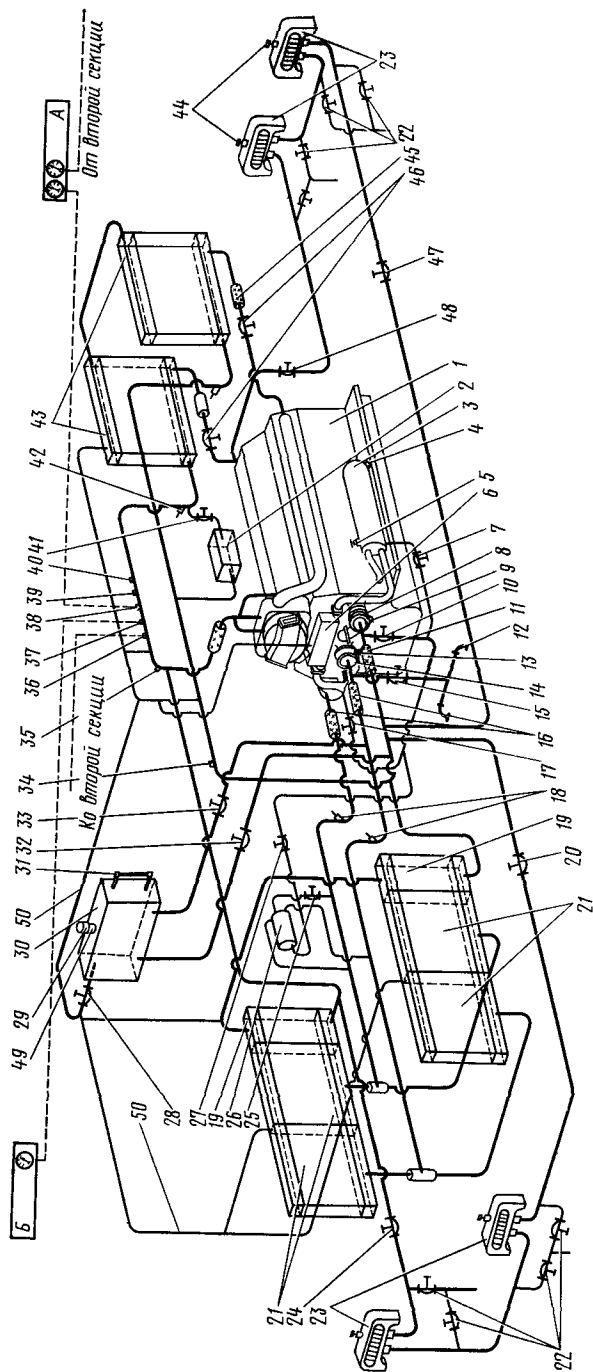


Рис. 36. Схема водяной системы дизеля:

1 — дизель; 2 — бак сакула; 3 — теплообменник водомасляный; 4, 9, 13 — пробки для слива воды; 5, 44, 56 — краны; 6 — холодильник; 7, 10, 15, 17, 20, 22, 24, 25, 27, 28, 32, 33, 41, 46, 47, 48, 51, 52, 53, 54, 55 — вентили; 8, 14 — насосы первого и второго контуров циркуляции; 11, 16, 45 — патрубки гибкие; 12 — головка соединительная; 18, 42 — карманы для ртутных термометров; 19, 43 — водовоздушные секции первого контура циркуляции; 21 — водовоздушные секции второго контура циркуляции; 23 — калориферы отопления кабин машиниста; 24 — краны; 25 — бак сакула; 26 — бак напорный; 27, 28 — вентили; 29 — бак сакула; 30 — бак сакула; 31 — бак сакула; 32, 33, 41, 46, 47, 48, 51, 52, 53, 54, 55 — вентили; 34, 35 — вентили; 36, 37, 38 — штуцера для установки датчиков электротермометров соответственно второй секции, заднего и переднего пультов температуры воды на выходе из дизеля; 39, 40 — штуцера для установки датчиков температуры воды на выходе из дизеля; 49 — горловина бака; 50 — паровоздушные трубки; А, Б — соответственно пульты передней и задней кабин

Первый контур циркуляции. Охлажденную в секциях 43 и 19 воду засасывает водяной насос 8, который нагнетает ее в дизель для охлаждения цилиндров и выпускных коллекторов. Нагретая в дизеле и коллекторах вода затем снова поступает в секции 43 и 19 охлаждающего устройства.

Второй контур циркуляции. Охлажденную в секциях 21 воду засасывает водяной насос 14 и направляет в трубчатый холодильник наддувочного воздуха 6, а затем в два последовательно включенных (симметрично расположенных на дизеле) водомасляных теплообменника 3. Нагретая в теплообменниках вода затем снова поступает в секции 21 охлаждающего устройства.

Водяной насос второго контура, так же как и водяной насос первого контура, приводится во вращение через редуктор от коленчатого вала дизеля. В каждом из трех блоков охлаждающего устройства расположено по 24 водяных секции (всего 72 секции). При этом в первый круг циркуляции включено 22 секции (последовательно 11 плюс 11 из первого по ходу тепловоза блока и семь секций из второго блока). Две секции из первого и одна из второго блока используются для охлаждения масла системы гидропривода вентиляторов охлаждающего устройства (см. рис. 41).

Во второй контур циркуляции включено последовательно 40 секций (20 плюс 20): 16 из второго блока и все 24 третьего блока. Водяная система охлаждающего устройства имеет общий для обоих контуров циркуляции дополнительный бак 30 (см. рис. 36), который своим объемом компенсирует изменение объема воды в системе в зависимости от ее температуры и располагает запасом для пополнения возможных утечек.

Система водяного охлаждения дизеля работает под избыточным давлением 0,3 кгс/см², поддерживаемым клапаном 29, расположенным в крышке заливочной горловины 49 бака. Давление возникает в результате вскипания воды и изменяется в зависимости от режима работы дизеля. Бак 30 имеет водомерное стекло 31 для контроля за уровнем воды. В процессе эксплуатации необходимо следить за уровнем воды в этом баке, не допуская понижения его ниже линии, отмеченной на баке около водомерного стекла буквами «НУ» (нижний уровень). Показание уровня воды в баке предполагается дублировать дистанционным уровнемером.

К дополнительному баку подведены трубы для выхода воздуха и пара из системы во время заполнения ее водой и в процессе работы дизеля. Для выпуска воздуха из водомасляных теплообменников предназначен кран 5. Тепловоз не имеет специального котла-подогревателя, поэтому поддержание температуры воды обоих контуров системы в необходимых пределах осуществляют запуском дизеля на холостой ход. На трубопроводе воды первого контура циркуляции расположены:

штуцера 39 и 40 для установки датчиков температуры воды на выходе из дизеля, которые связаны с термореле КРД-2, управляющими соответственно открытием жалюзи и сбросом нагрузки с дизеля;

штуцер 35 для запитки (подсоединение трубопровода) терморегулятора, управляющего работой гидромотора, который при увеличении температуры воды пропускает в гидромотор большее количество масла, заставляет его и, следовательно, вентилятор первого круга (блока) вращаться с большей частотой и тем самым снижает температуру воды до установленной нормы (для аналогичных целей установлен штуцер 34 на входе в дизель);

штуцера 36, 37 и 38 для установки датчиков электротермометров, расположенных соответственно на пультах второй секции, заднем и переднем пультах первой секции и указывающих температуру воды первого круга циркуляции на выходе из дизеля;

карманы для ртутных термометров 42 и 18, которые служат для периодического контроля и показывают соответственно температуру воды первого и второго контуров циркуляции на входе и выходе из дизеля.

Трубопроводы соединены с дизелем при помощи гибких патрубков 11, 16, 45. На рис. 37 представлена схема расположения на тепловозе вентилей и кранов трубопровода воды, масла и топлива, а в табл. 4 и 5 — положение вентилей и кранов при различных режимах работы системы охлаждения.

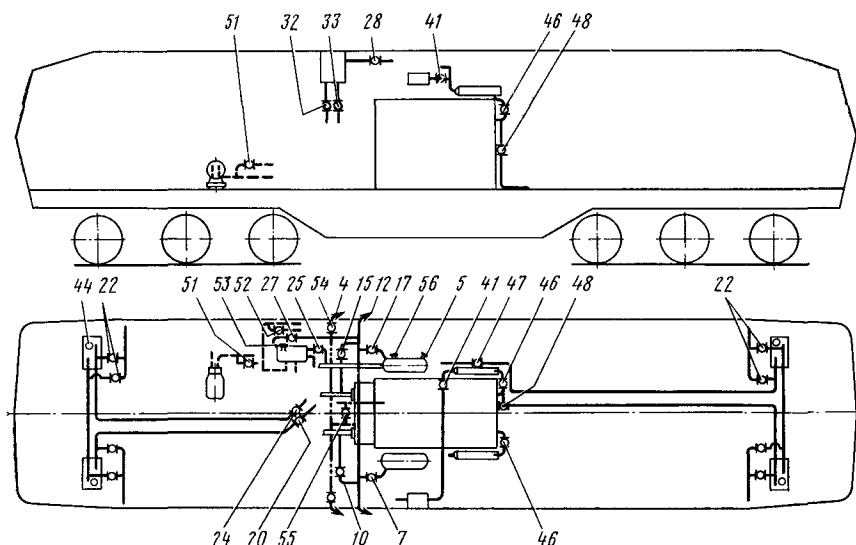


Рис. 37. Схема расположения на тепловозе вентилей трубопроводов воды, масла и топлива (обозначения, общие с рис. 36)

Заполнение системы водой производят через заливочную горловину 49 наполнительного бака 30 и через соединительные головки 12, расположенные по обеим сторонам тепловоза. Отопление кабин машиниста производится при помощи калориферов 23 при работающем дизеле и открытых вентилях 47 и 48 для передней кабины и вентилей 20, 24 для задней кабины. Для отключения в летнее время калориферов от водяной системы

Таблица 4

Режим работы	Открыть вентили и краны	Закрыть вентили и краны	Примечания
Заполнение системы водой: через заливочную горловину 49 на наполнительном баке 30	Сначала снять крышку горловины 49, затем открыть вентили 20, 24, 25, 28, 32, 33, 41, 46, 47, 48	4, 7, 9, 10, 13, 15, 17, 22, 27	Краны 5, 44 открыть, а при появлении в них воды закрыть
через соединительную головку 12 с обеих сторон тепловоза	7, 10, 15, 17, 20, 24, 25, 27, 28, 32, 33, 41, 46, 47, 48	4, 9, 13, 22	То же
Слив воды из системы через соединительные головки 12 (с любой стороны тепловоза)	Сначала открыть вентили 7, 10, 15, 17, 20, 25, 28, 32, 33, 41, 46, 47 и 48, затем вентили 22 и 25 и кран 5	—	—
Отопление кабин машиниста (производится при работающем дизеле) включено	47, 48 — для передней кабины; 20, 24 — для задней кабины	—	—
Опрессовка системы тепловоза и дизеля давлением воздуха 4 кгс/см ²	7, 10, 15, 17, 20, 24, 25, 27, 41, 46, 47, 48	4, 5, 9, 13, 22, 28, 32, 33, 44	Рукав подвода воздуха подсоединить к соединительной головке 12 с любой стороны тепловоза. Контроль при помощи манометра или визуально обмыливанием соединений
Подогрев топлива в подогревателе 26	25	—	В теплое время года при температуре окружающей среды выше +10°C подогрев топлива не производить (вентиль 25 закрыт)
Обогрев бака 2 санузла	41	—	Включается периодически

необходимо закрыть вентили 47, 48 и 20, 24 соответственно для передней и задней кабин машиниста.

Для прогрева топлива в топливоподогревателе 26 (при температуре окружающей среды ниже $+10^{\circ}\text{C}$) необходимо открыть при работающем дизеле вентиль 25. В летнее время года при температуре окружающей среды выше $+10^{\circ}\text{C}$ подогрев топлива производить не следует (вентиль 25 должен быть закрыт).

Воду из системы сливают через соединительные головки 12 (с любой стороны тепловоза). Для этого сначала открывают вентили 7, 10, 15, 17, 20, 25, 28, 32, 33, 41, 46, 47, 48; а затем — вентили 22, 24 и кран 5. Далее необходимо также открыть пробки 4, 9, 13 и кран водомерного стекла 31. После слива воды систему и агрегаты следует продуть сжатым воздухом давлением 3—4 кгс/см². Продувку рекомендуется производить по участкам в порядке, указанном в табл. 5. Длительность продувки должна гарантировать полное удаление воды из продуваемого участка, особенно в холодное время года. По окончании продувки системы закрыть вентили 7, 10, 15, 17, 22, 24, 41, 46, 47 и поставить на место заглушки соединительных головок 12.

Таблица 5

Участок продувки	Вентили открыты	Вентили закрыть	Место подсоединения воздушного шланга	Примечание
Дизель, охлаждающее устройство первого контура циркуляции, калориферы передней и задней кабин, трубопроводы	10, 22, 24, 41, 46, 47 и снять заглушки с соединительной головки 12	32 и воздушную трубку	К штуцерам воздушных трубок на трубопроводах горячей охлаждающей воды и воздушной трубки от шестисекций задней шахты	По окончании продувки вентили закрыть, вынуть пробку 9 из корпуса водяного насоса первого контура циркуляции и при отсутствии воды поставить на место
Водомасляные теплообменники, холодильники наддувочного воздуха дизеля, задняя шахта и трубопроводы второго контура циркуляции	7, 15, 17 и снять заглушку с соединительной головки 12	33 и воздушные трубки задней шахты	В гнезда кранов 5 для выпуска воздуха из водяной полости теплообменников 3, 13 из корпуса к штуцеру паровоздушной трубки холодильника наддувочного воздуха 6	По окончании продувки вентили закрыть, вынуть пробку 13 из корпуса водяного насоса второго контура циркуляции и пробку 4 из крышки корпуса теплообменников. При отсутствии воды пробки поставить на место

Масляная система

Назначение. Масляная система предназначена для подачи под избыточным давлением смазки в сопряженные узлы рабочих механизмов дизеля для поддержания в них жидкостного трения и охлаждения ряда его узлов. Система состоит из двух частей: внутренней, включающей в себя пути подвода масла внутри дизеля, и внешней, которая обеспечивает циркуляцию, охлаждение и очистку масла. В данном случае, поскольку охладитель масла и фильтры расположены на дизеле и как бы органически связаны с ним, охлаждение и очистку правильнее отнести к внутренней части системы, рассмотренной в гл. II.

Устройство и работа системы. Схема трубопровода внешней части системы смазки тепловоза, представленная на рис. 38, состоит из маслопрокачивающего агрегата 10 и трубопровода с обратным клапаном 8, предназначенных для заполнения системы маслом перед пуском дизеля и подвода смазки ко всем трущимся его частям. Маслопрокачивающий агрегат включает в себя шестеренчатый насос с индивидуальным приводом от электродвигателя типа П42М, получающего питание от аккумуляторной батареи. Насос засасывает масло из картера дизеля по трубопроводу 9 и подает его к дизелю через обратный клапан 8, фильтр грубой очистки 3 и охладитель 2. До пуска дизеля для надежной смазки его узлов агрегат должен проработать после нажатия кнопки 60 с и создать давление в самой отдаленной точке системы (в конце лотка) не менее $0,2 \text{ кгс/см}^2$. После пуска дизеля трубопровод маслопрокачивающего насоса отключается от системы клапаном 8. При этом непосредственно от дизеля приводится масляный шестеренчатый насос, который обеспечивает циркуляцию масла через систему.

После остановки дизеля маслопрокачивающий агрегат автоматически включается и обеспечивает прокачку дизеля маслом в течение 60 с. На маслопроводе перед фильтром грубой очистки установлен терморегулятор, который в зависимости от температуры масла управляет режимом работы гидромотора вентилятора холодильника, обеспечивая заданную температуру масла, поступающего в дизель, путем изменения интенсивности охлаждения в воздуховодяных секциях второго контура циркуляции. До и после фильтра грубой очистки предусмотрены ответвления к манометрам соответственно 11 и 12, установленным на приборном щитке дизельного помещения. Манометры позволяют контролировать величину гидравлического сопротивления фильтра. Если перепад давления на фильтре превышает $1,5 \text{ кгс/см}^2$, фильтр промывают или заменяют его фильтрующие элементы.

Заправку картера дизеля маслом производят через сливные трубопроводы 7 с любой стороны тепловоза или заливочную горловину поддизельной рамы. После заправки маслом вклю-

чают агрегат 10, предварительно открыв краны на теплообменнике и фильтре грубой очистки, после появления масла их закрывают. При температуре наружного воздуха менее $+8^{\circ}\text{C}$ заправку производят непосредственно перед пуском дизеля маслом, подогретым до температуры $60-90^{\circ}\text{C}$ (запрещается нагревать масло свыше 100°C).

Для слива масла из системы снимают заглушки 4 и открывают вентили 5. Для слива масла из картера открывают предусмотренные для этой цели вентили. Для отвода отработанного масла из ресивера предусмотрен трубопровод 14 с краном, по которому можно отводить масло в отсек (отстойник) 15, расположенный в топливном баке. Из отстойника масло периодически сливают через кран 16 наружу.

Масляная система контролируется и управляется рядом приборов. На трубопроводе после фильтра грубой очистки (до теплообменника) предусмотрено термореле (КРД-2). При повышении температуры масла выше установленной термореле посылает импульсы электропневматическому клапану, открывающему жалюзи охлаждающего устройства дизеля. Понижая или повышая степень охлаждения воды в водовоздушных секциях, обеспечивают понижение или повышение температуры масла, проходящего через теплообменник. На выходном трубопроводе охладителя масла 2 также имеется защитное термореле (КРД-2), контролирующее температуру масла на входе в ди-

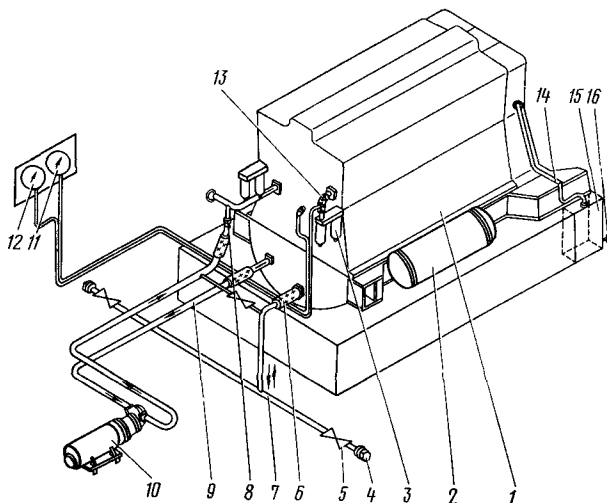


Рис. 38. Схема трубопровода масляной системы дизеля:

1 — дизель; 2 — охладитель масла; 3 — фильтр грубой очистки; 4 — колпачок-заглушка; 5 — вентили; 6, 7, 9 — трубопроводы; 8 — клапан обратный; 10 — агрегат маслопрокачивающий; 11, 12 — манометры (до и после фильтра грубой очистки); 13 — патрубков для установки датчиков температуры и давления масла на входе в дизель; 14 — трубопровод для отвода отстоя масла из ресивера; 15 — отсек топливного бака для отстоя масла; 16 — кран для слива отстоя масла

зель и снимающее при температуре масла выше предельной (88°C) нагрузку с дизеля. На пультах управления передней и задней кабин расположены электротермометры и электроманометры, показывающие соответственно температуру и давление масла на входе в дизель. Кроме того, на пультах управления передней и задней кабин имеются также электроманометры, показывающие давление масла в масляной системе на входе в дизель второй секции при работе тепловоза двумя секциями. Электроманометр во второй секции тепловоза показывает давление масла на входе в дизель первой секции.

Топливная система

Назначение. Топливная система (рис. 39) предназначена для подачи топлива под давлением к топливной аппаратуре дизеля, а также размещения запасов топлива, его фильтрации и подогрева в холодное время года. Запас топлива хранится в топливном баке 9, размещенном ниже дизеля и включенном в силовую схему несущего кузова. Бак 9 заполняют через горловины 11, расположенные по диагонали по обеим сторонам тепловоза. В холодное время заправку производят топливом, подогретым до температуры $20-30^{\circ}\text{C}$.

На обеих сторонах топливного бака около заправочных горловин установлены топливомерные стекла 10 с градуированной

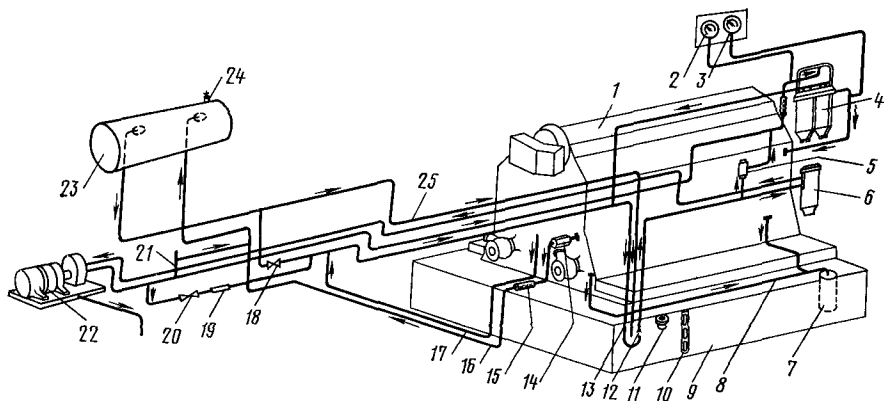


Рис. 39. Схема топливной системы дизеля:

1 — дизель; 2, 3 — манометры для измерения давления топлива; 4 — фильтр тонкой очистки; 5 — клапан аварийного питания; 6 — фильтр грубой очистки; 7 — отсек топливного бака для слива загрязненного топлива; 8, 13, 17, 25 — сливные трубопроводы; 9 — бак топливный; 10 — топливомерное стекло; 11 — горловина заправочная; 12 — заборное эжекционное устройство; 14 — клапан подпорный; 15 — трубопровод гибкий; 16 — труба перепуска топлива из коллектора насосов высокого давления; 18, 20 — вентили; 19 — фонарик контрольный; 21 — клапан предохранительный; 22 — агрегат топливоподкачивающий; 23 — топливоподогреватель; 24 — клапан для выпуска воздуха

шкалой. Для повышения удобства и ускорения измерения уровня топлива в баке в дизельном помещении установлен указатель (топливомер) дистанционного действия (рис. 40). Топливомер измеряет высоту уровня топлива в баке и воспроизводит эти показания на шкале указателя в литрах.

Устройство и работа топливной системы. Из топливного бака 9 (см. рис. 39) топливо по трубе эжекционного устройства 12 через фильтр грубой очистки 6 закачивается топливоподкачивающим агрегатом 22 и подается через фильтр тонкой очистки 4 в коллектор топливных насосов дизеля. Топливные насосы подают топливо к форсункам. Для надежной работы системы подачи температура топлива в баке должна быть не менее 30—40°C. Для этого предусмотрена интенсивная циркуляция топлива, осуществляемая в результате того, что топливоподкачивающий агрегат подает больше топлива, чем необходимо для реализации полной мощности дизеля. При этом часть топлива сливается из коллектора топливных насосов по трубе 16 в топливоподогреватель 23, а затем по трубопроводу 25 в топливный бак. В подогревателе топливо нагревается горячей водой системы охлаждения дизеля (в летнее время топливоподогреватель отключают). Из подогревателя большая часть топлива сливается в бак 9 по трубопроводу 25, и таким образом прогревается весь запас топлива. Незначительная часть топлива подается через отверстие диаметром 10 мм и вентиль 18 по трубопроводу 13 непосредственно к раструбе заборного устройства 12, чем обеспечивается прогрев окружающего объема топлива в месте его забора.

Для нормального заполнения топливных насосов высокого давления в их коллекторе давление топлива достигает не менее $1,5 \text{ кгс/см}^2$, которое поддерживается в коллекторе подпорным клапаном 14, регулируемым на указанную величину. Если давление ниже $1,5 \text{ кгс/см}^2$, клапан препятствует сливу топлива в бак.

Для предохранения топливоподкачивающего насоса и его двигателя от перегрузки система имеет возможность

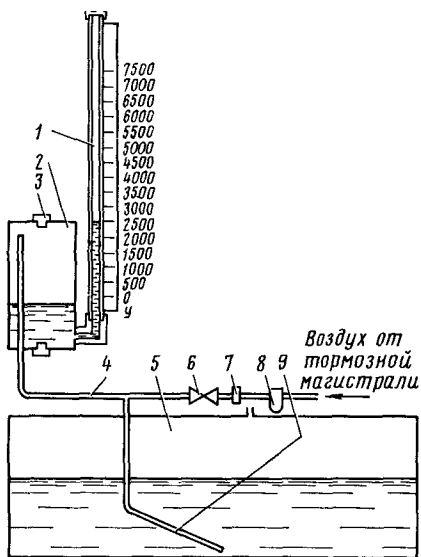


Рис. 40. Принципиальная схема работы дистанционного указателя уровня топлива в баке:

1 — указатель уровня топлива, 2 — бак чок топливомера; 3 — пробка; 4, 9 — трубопроводы воздушные; 5 — бак топливный; 6 — кран; 7 — дроссель; 8 — клапан максимального давления

перепускать избыток топлива из напорного трубопровода в сливной. Для этой цели на нагнетательном трубопроводе (после агрегата 22) предусмотрен предохранительный клапан 21, отрегулируанный на давление $2,5 \text{ кгс/см}^2$. При загрязнении фильтра тонкой очистки давление топлива поднимается, тогда топливо сливается через топливоподогреватель в топливный бак. Также в бак сливается топливо по трубопроводу 17, просочившееся через зазоры уплотнений в насосах и форсунках. Загрязненное топливо с полок блока цилиндров собирается по трубопроводам 8 в отсек 7. Из этого отсека загрязненное топливо периодически сливают наружу.

Чтобы избежать остановки дизеля при выходе из строя топливоподкачивающего агрегата, предусмотрена возможность аварийного питания дизеля топливом за счет разрежения, создаваемого насосом высокого давления. В этом случае забор осуществляется непосредственно из топливного бака через клапан аварийного питания 5, минуя фильтр грубой очистки 6 и топливоподкачивающий агрегат 22 (в таком режиме дизель может работать непродолжительно и с ограниченной мощностью).

Для контроля при запуске топливоподкачивающего агрегата и слива топлива предусмотрен фонарик 19. Выпуск воздуха из системы и подогревателя осуществляется соответственно при помощи открытия вентиля 20 и игольчатого клапана 24. Для контроля за давлением топлива установлены на щитке в дизельном помещении манометры 2 и 3, показывающие давление соответственно до и после фильтра тонкой очистки. Величина разности показаний этих манометров позволяет судить о степени загрязненности фильтра. Для нормальной работы системы давление после фильтра должно быть в пределах $1,5\text{—}2,5 \text{ кгс/см}^2$.

Принцип действия дистанционного указателя уровня топлива в баке. При открытии крана 6 (см. рис. 40) из тормозной магистрали через клапан максимального давления 8, дроссель 7 и трубопровод 4 подается воздух давлением $1,4 \text{ кгс/см}^2$ в пространство над топливом в бачке 2 топливомера. Одновременно воздух поступает в расположенный в топливном баке 5 трубопровод 9 и, вытесняя из него топливо, уходит в надтопливное пространство бака, соединенного с атмосферой. Возникшее при этом в трубопроводах и бачке топливомера давление воздуха равно статическому давлению столба топлива в топливном баке. Это давление, воздействуя на поверхность топлива в бачке 2 топливомера, вытесняет его в стеклянную трубку указателя уровня топлива 1. Уровень в трубке указателя будет повышаться до тех пор, пока он не сравняется с уровнем топлива в баке тепловоза. Тарировка шкалы произведена через каждые 100 л, оцифровка — через 500 л.

Точность замера зависит от количества топлива, залитого в бачок топливомера. При наличии топлива в бачке по риску «У» на шкале указателя топливомер дает точное показание

количества топлива в баке тепловоза. При отклонении этого уровня от риски «У» ошибка замера равна величине этого отклонения. Уровень топлива следует проверять при снятой верхней пробке 3 бачка топливомера.

Охлаждающее устройство воды, масла и наддувочного воздуха дизеля

Назначение. Охлаждающее устройство предназначено для отвода и рассеивания в окружающую среду тепла от охлаждающих жидкостей (воды и масла), а также для охлаждения рабочего воздуха дизеля. Охлаждающее устройство обеспечивает заданный температурный режим дизеля (по температуре воды, масла и наддувочного воздуха), который регулируется автоматически при помощи гидрообъемного привода вентиляторов. Вода, масло и наддувочный воздух дизеля охлаждаются соответственно в воздуховодяном, водомасляном и водовоздушном теплообменниках.

Схема охлаждающего устройства тепловоза (рис. 41) включает в себя два самостоятельных контура циркуляции. В первом контуре вода, охлаждающая детали дизеля, отдает тепло воздуху в водяных секциях 4 водовоздушного теплообменника. Во втором контуре вода, охлаждающая наддувочный воздух в трубчатом охладителе 6 и масло дизеля в водомасляных теплообменниках 7, отдает тепло в водяных секциях 5. Охлаждение масла промежуточным теплоносителем (водой) позволяет уменьшить общее количество теплообменных секций на тепловозе и сделать более устойчивой температуру масла, что очень важно при переменных режимах работы дизеля.

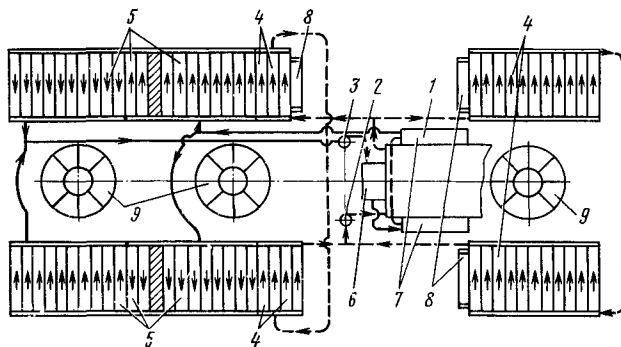


Рис. 41. Схема охлаждающего устройства тепловоза:

1 — дизель; 2 — водяной насос первого контура; 3 — водяной насос второго контура; 4 — секции водяные первого контура; 5 — секции водяные второго контура; 6 — охладитель наддувочного воздуха; 7 — водомасляный теплообменник; 8 — секции охлаждения масла гидропривода вентилятора; 9 — вентиляторы

Размещение охлаждающего устройства и принцип работы.

Охлаждающее устройство занимает часть кузова тепловоза, образующую шахту холодильника, или холодильную камеру. Шахта холодильника располагается в двух съемных крышевых блоках тепловоза. Двадцать две секции 4 (см. рис. 41) первого контура расположены в крыше над дизелем в одинарном блоке холодильника и частично (семь секций) в сдвоенном блоке, расположенном в крыше задней части тепловоза и содержащем также сорок секций 5 второго контура циркуляции.

Три короткие воздухомасляные секции 8 с длиной активной части 535 мм предназначены для охлаждения масла системы гидропривода вентиляторов. При этом две из них расположены в переднем блоке (по одной с каждой стороны) и одна — в заднем блоке (с левой стороны). Каждый контур циркуляции обслуживается отдельным водяным насосом 2 или 3, приводимым непосредственно от дизеля.

Охлаждающее устройство, смонтированное в едином крышевом блоке, состоит из водяных 1 и масляных 2 секций (рис. 42) с коллекторами 6 и 11, вентилятора 15 с гидроприводом, каркаса блока 14 с неподвижными жалюзи 10, верхних подвижных жалюзи 13 с приводом и шторкового зачехления 3 секций. Несущую основу соответственно одинарного и двойного блоков охлаждающего устройства составляют каркасы съемных крыш.

На каркасе одинарного блока смонтированы вентилятор и секции первого контура с четырьмя короткими коллекторами (по два сверху и внизу). К каркасу сдвоенного блока прикреплены два вентилятора секции второго и частично первого контура циркуляции с четырьмя длинными коллекторами.

Трубчатые коллекторы в отличие от коллекторов коробчатой конструкции менее трудоемки в изготовлении и обладают большой прочностью. Для обеспечения крепления секций холодильника с минимальными монтажными напряжениями предусмотрен при установке коллекторов набор стальных регулировочных прокладок. Для уменьшения влияния толчков и вибрации коллекторы отделены от каркаса амортизаторами — прокладками из резины средней твердости.

Секции холодильника (воздуховодяные и воздухомасляные) представляют собой многотрубные теплообменники с общими ребрами, увеличивающими поверхность охлаждения со стороны воздуха. Для уплотнения между коллекторами секций и коллектором шахты предусмотрены паронитовые прокладки 18. Стандартные водяные и масляные секции имеют плоскоовальные оребренные трубки с шагом оребрения 2,3 мм и рабочей длиной между (решетками) соответственно 710 и 535 мм.

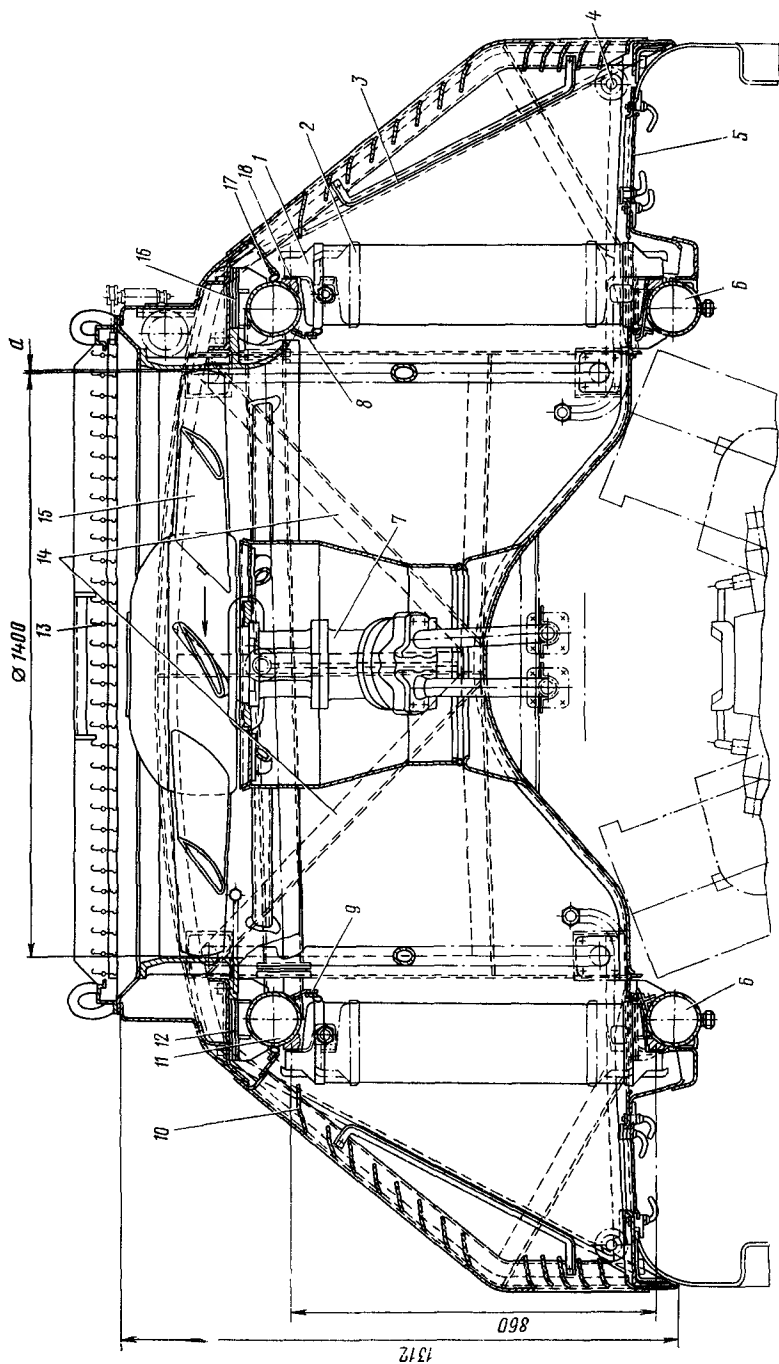


Рис. 42. Крышевой блок холодильника:

1 — секция водяная; 2 — секция охлаждения масла гидропривода; 3 — зацепление штурковое; 4 — люк вентиляционный; 5 — люк смотровой; 6 — коллектор нижний; 7 — мотор-насос; 8, 9, 17 — задвижки уплотнительные; 10 — жалюзи неподвижные;

11 — коллектор верхний; 12 — прокладка регулировочная; 13 — жалюзи подвижные; 14 — каркас блока; 15 — вентилятор; 16 — прокладка амортизационная; 18 — прокладка

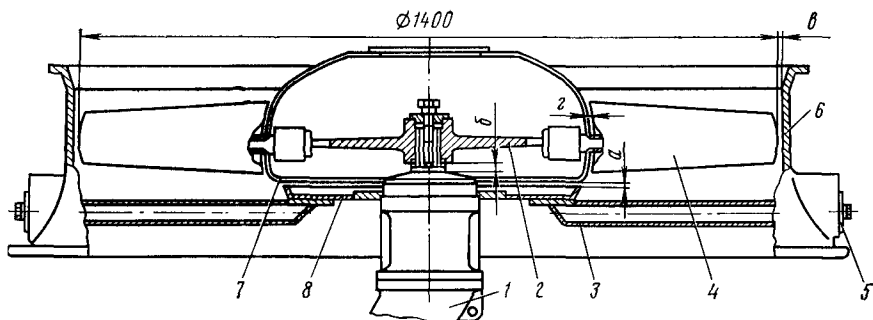


Рис. 43. Установка гидромотора и вентиляторного колеса в диффузоре:
1 — гидромотор; 2 — диск; 3 — спица; 4 — лопасти (колесо); 5 — втулка; 6 — диффузор; 7 — кожух; 8 — тарелка опорная

Секции размещены в один ряд по обеим сторонам шахты. Однорядное (по глубине) расположение секций с относительно укороченным шагом оребрения обеспечивает эффективный теплоотвод от них и удобно при сборке и ремонте холодильника. Для повышения эффективности работы и компактности охлаждающего устройства зазоры между секциями и стенками блоков выбраны минимально допустимыми.

Вентиляторы. Охлаждающий секции воздух засасывается через неподвижные жалюзи тремя осевыми вентиляторами серии УК-2М ЦАГИ и выбрасывается наружу через верхние жалюзи. Восьмилопастное колесо 4 (рис. 43) вентилятора диаметром 1400 мм с углом установки лопасти 20° насажено на шлицевой вал гидромотора 1. Вентиляторное колесо и гидромотор закреплены в диффузоре 6 вентилятора на спицах 3 с амортизаторами, уменьшающими динамические воздействия на узел крепления гидромотора. Диффузор вентилятора прикреплен болтами к каркасу блока. Соединение лопасти колеса вентилятора с диском 2 колеса имеет тоже амортизаторы и позволяет изменять угол установки в процессе аэродинамических испытаний вентилятора.

При установке гидромотора с колесом вентилятора следует соблюдать следующие размеры: зазор a между кожухом 7 и опорной тарелкой 8 должен быть в пределах 6—14 мм, зазор b между ступицей диска и крышкой гидромотора — 5—10 мм и зазор g между любой лопастью вентилятора и диффузором — 2—6 мм. Лопасти должны прилегать к кожуху с допустимым местным просветом g не более 1 мм.

При статической балансировке колеса допускается небаланс 200 г/см. Небаланс устраняют приваркой грузов общей массой до 100 г. После отделки и окончательной балансировки колесо вентилятора испытывают на разнос при $n=1600$ об/мин в течение 15 мин.

Верхние жалюзи и их привод. На крыше тепловоза на выходе из вентиляторных установок установлены жалюзи створчатой конструкции, аналогичные жалюзи тепловоза ТЭП60. Жалюзи должны работать без заеданий, заклиниваний и плотно закрываться. В связи с тем что регулирование расхода воздуха при помощи жалюзи приводит лишь к непроизводительной потере мощности, на тепловозе предусмотрено только два положения створок: открытое и закрытое. Привод жалюзи — автоматический с электропневматической системой обеспечивает полное открытие и закрытие створок без рывков и заеданий при давлении воздуха в цилиндрах привода 5—6 кгс/см². Жалюзи имеют также и ручной привод, однако им пользуются только в случае отказа дистанционного управления.

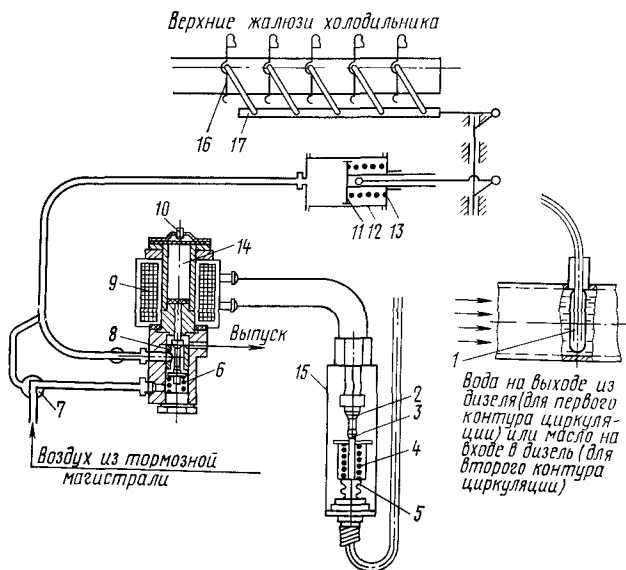


Рис 44 Схема автоматического привода верхних жалюзи холодильника
1 — термобаллон, 2 — микропереключатель, 3 — толкатель, 4, 6, 13 — пружины
5 — сильфон, 7 — край 8 — зототник 9 — катушка, 10 — кнопка выключатель
11 — поршень, 12 — цилиндр, 14 — вентиль электропневматический включающий типа
ВВ 32Ш, 15 — термореле, 16 — створки жалюзи, 17 — рейка

ВВ-32Ш, который управляется от термореле 15 типа КРД-2 в зависимости от температуры воды на выходе из дизеля (для первого контура) и температуры масла на входе в дизель (для второго контура).

Зачехление секций холодильника шторкового типа, изображенное на рис. 45, предназначено для защиты от переохлаждения воды и масла дизеля при температуре окружающего воздуха ниже $+15^{\circ}\text{C}$ при длительных остановках тепловоза или стоянках в ожидании поезда с остановленным дизелем. Зачехление радиаторов состоит из утеплительной шторы 2, тросов 1, решетки 3, барабана 4, диска 5, фиксатора 6 и рукоятки 7.

С обеих сторон тепловоза установлено шесть утеплительных штор, по две шторы на каждый отсек (вентилятор) холодильника. В первоначальном (открытом) положении штора намотана на барабан 4 и удерживается в свернутом положении при помощи двух пружин, закрепленных одним концом на неподвижной оси барабана, а другим — на втулке, соединенной с барабаном. При помощи рукоятки 7, диска 5 и связанного с ним троса 1, перекинутого через блоки, штора натягивается на решетку 3, предохраняющую полотно шторы от прогиба под напором воздуха, и закрывает жалюзи 8. Штора удерживается в закрытом состоянии при помощи фиксатора 6, входящего в отверстие диска. Пружины при освобождении фиксаторов возвращают штору в свернутое положение, накручивая ее на барабан и открывая тем самым проход воздуху через неподвижные жалюзи.

Закрывать шторы полностью или устанавливать их на промежуточные положения при работе дизеля, включая и холостые обороты, запрещается, так как это вызовет перегрев дизеля и дополнительные вредные нагрузки на гидростатический привод вентиляторов охлаждающего устройства.

Схема привода вентиляторов холодильника (рис. 46). На тепловозах ТЭП70 применен гидростатический привод вентиляторов холодильника с плавным регулированием частоты вращения. Мощность от дизеля к вентиляторам передается шестью гидромашинами

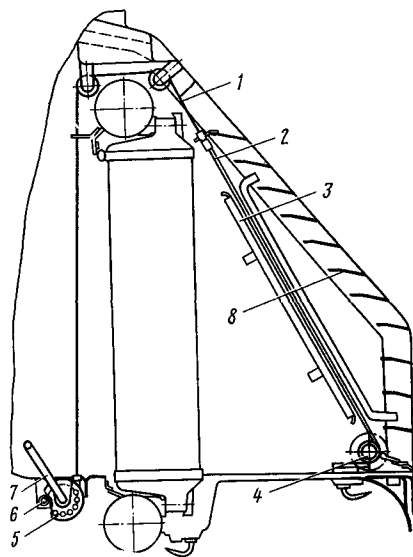


Рис. 45. Зачехление секций холодильника:

1 — трос; 2 — штора утеплительная, 3 — решетка; 4 — барабан; 5 — диск; 6 — фиксатор; 7 — рукоятка; 8 — жалюзи неподвижные

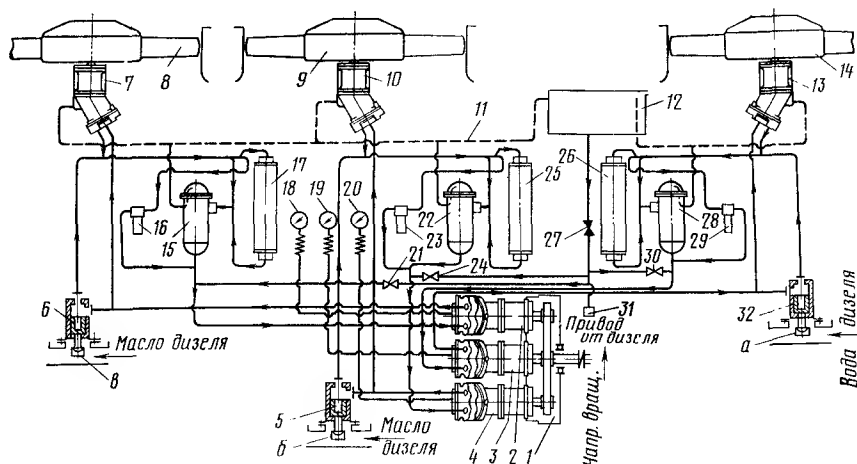


Рис 46 Схема привода вентиляторов холодильника:

1 — редуктор, 2, 3, 4 — гидронасосы; 5, 6, 32 — терморегуляторы; 7, 10, 13 — гидромоторы; 8, 9, 14 — вентиляторы; 11 — дренажный трубопровод; 12 — бак масляный; 15, 22, 28 — фильтры масляные; 16, 23, 29 — фильтры тонкой очистки масла, 17, 25, 26 — секции масляные; 18, 19, 20 — манометры; 21, 24, 30 — краны; 27 — вентиль; 31 — клапан; а, б, в — термодатчики

типа МН 250/100, в работе которых используется энергия статического давления жидкости. Три машины работают в качестве насосов, три другие — в качестве моторов, приводящих во вращение три вентиляторных колеса.

Гидронасосы 2, 3 и 4 приводятся во вращение от коленчатого вала дизеля через редуктор (мультипликатор) 1, в который они органически встроены. Закачивая рабочую жидкость (масло) из бака 12, они нагнетают его под высоким давлением (от 40 до 100 кгс/см² в зависимости от режима) соответственно в гидромоторы 7, 10 и 13, вращающие вентиляторные колеса 8, 9 и 14. Частота вращения вентиляторов регулируется изменением расхода масла, подаваемого в гидромоторы, при помощи дросселирования (насосы работают с постоянной производительностью, и к моторам поступает за счет перепуска только часть потока). Перепуском масла управляют установленные параллельно гидромоторам терморегуляторы 5, 6 и 32 (один — в контуре охлаждения воды, два — в контуре охлаждения масла), имеющие термодатчики, омываемые соответственно водой и маслом дизеля.

Терморегулятор 32 управляет частотой вращения вентилятора 14 в зависимости от температуры воды, а терморегуляторы 5 и 6 — вентиляторами 8 и 9. В зависимости от температуры омывающей среды изменяется объем наполнителя термодатчика и происходит перемещение золотника терморегулято-

ра. Когда сливная щель перекрыта полностью, все масло поступает к гидромотору, который работает с максимальной расчетной частотой вращения.

В связи с неизбежными утечками в гидромашинах частота вращения вентилятора будет меньше частоты вращения гидронасоса. Для неизношенных гидромашин, по опытным данным, «просадка» частоты вращения при давлении 100 кгс/см^2 составляет 35—40 об/мин. При полностью открытой перепускной щели (золотник в крайнем нижнем положении) все масло, минуя гидромотор, поступает в сливной (всасывающий) трубопровод. При промежуточных температурах сливная щель перекрывается частично и вентиляторное колесо будет работать с частотой вращения, пропорциональной количеству поступающего к гидромотору масла. Таким образом осуществляется бесступенчатое регулирование частоты вращения гидромотора при помощи терморегулятора.

Система гидропривода имеет три независимых контура. В каждый контур включены параллельно масляные фильтры 15, 22 и 28 со степенью очистки 45 мк и фильтры тонкой очистки масла 16, 23 и 29 со степенью очистки 25 мк.

Для обеспечения нормальной работы гидропривода (температура масла не более $60\text{--}70^\circ\text{C}$) при температуре окружающего воздуха плюс $40\text{--}45^\circ\text{C}$ предусмотрено охлаждение масла. Для этого охлаждающее устройство имеет три короткие (рабочая длина 525 мм) масляные секции 17, 25 и 26, включенные параллельно с фильтрами. Масло, поступающее на слив из гидромоторов и терморегуляторов, вместе с утечками из гидромоторов и фильтров проходит через соединенные параллельно фильтры (при этом часть потока, проходящая через масляные фильтры 15, 22 и 28, охлаждается в воздухомасляных секциях) и поступает во всасывающий трубопровод гидронасосов.

Масляный бак 12, установленный в крышечном блоке над дизелем, предназначен для компенсации масла в случае утечек, а также обеспечения некоторого подпора ($0,5\text{--}0,7 \text{ кгс/см}^2$) во всасывающем трубопроводе гидронасосов, повышающего надежность работы. Бак снабжен стеклом для контроля за уровнем масла. Давление в нагнетающем трубопроводе показывают манометры 18, 19 и 20, присоединенные к клапанным коробкам гидронасосов. Гидромоторы клапанных коробок не имеют. Для слива масла из системы служит клапан 31. Вентиль 27 и краны 21, 24 и 30 предназначены для отключения подпитки из бака в целом от системы или в отдельности от каждого контура.

Гидромашина аксиально-поршневого типа (рис. 47) состоит из корпуса 1, в котором расположен вал 2, закрепленный на двух двухрядных бочкообразных роликовых подшипниках 31 и двух однорядных радиально-упорных шариковых подшипниках 7. Конец вала, выведенный через манжетное уплотнение 3,

имеет шлицы, на которые насажены ведомые шестерни редуктора. К последнему прифланцован гидронасос. На шлицы вала гидромотора надето вентиляторное колесо.

В корпусе 10 размещен блок цилиндров 25, в девяти расточках которого находятся бронзовые поршни 13, соединенные шатунами 11 через вкладыши 8 с фланцем вала 2. Шаровые головки шатунов соединены с сопряженными деталями посредством завальцовки. После завальцовки шатун в поршне и во вкладыше должен поворачиваться от усилия руки. Отклонения шатуна в поршне (на угол 5°) и вкладыше (35°) проверяют по калибру. Осевой люфт не должен превышать 0,2 мм во вкладыше и 0,04 мм в поршне под нагрузкой 10 кгс. Бронзовые поршни входят в цилиндры с зазором 0,025—0,045 мм, который следует строго соблюдать, так как при его увеличении будут нарастать утечки и падать к. п. д. гидромашины, а при уменьшении возможно заклинивание поршней от температурного расширения, приводящее, как правило, к разрушению гидромашины.

Блок цилиндров вращается на оси 24, центрируясь однорядным радиально-упорным шариковым подшипником. Посадка блока цилиндров выполнена с зазором 0,01—0,04 мм, что обеспечивает возможность ему самоустанавливаться и сохранять постоянное прилегание к торцу распределителя. При помощи несилового карданного вала 29 передается синхронное вращение от вала 2 к блоку цилиндров. Ось блока цилиндров отклонена от оси вала гидромашины на угол 30° . Таким обра-

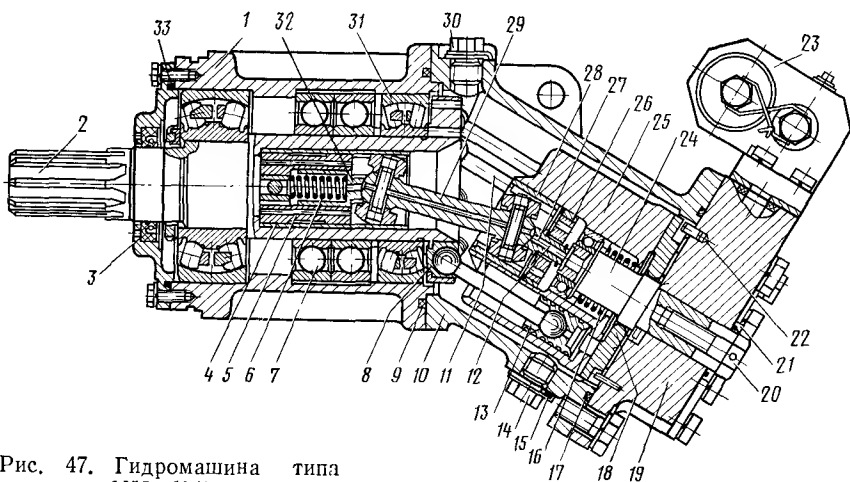


Рис. 47. Гидромашина типа МН-250/100:

1 — корпус; 2 — вал; 3 — уплотнение манжетное; 4, 28 — втулки; 5, 26 — буксы; 6, 16 — пружины; 7 — шариковый подшипник; 8 — вкладыш; 9, 15, 17, 21, 33 — кольца уплотнительные; 10 — корпус блока цилиндров; 11 — шатуны; 12 — шайба компенсационная; 13 — поршни; 14, 30 — пробки; 18 — распределитель; 19 — крышка; 20 — болт; 22 — штифты; 23 — клапанная коробка; 24 — ось; 25 — блок цилиндров; 27, 32 — упоры; 29 — карданный вал; 31 — роликовый подшипник

зом, за один оборот вала каждый из девяти поршней совершает ход вперед и назад. Ось блока удерживается в крышке 19 болтом 20. Блок цилиндров постоянно прижат к неподвижному бронзовому распределителю 18 пружиной 16, а во время работы гидромашин прижат еще дополнительно силой, возникающей от давления рабочей жидкости на дно цилиндра.

Распределитель удерживается от проворота при помощи штифтов 22, входящих в его прорези. Выход штифтов над привалочной поверхностью крышки следует строго контролировать. Малейший выход штифтов может привести при сборке к отжиму распределителя вместе с блоком и образованию зазора между крышкой и распределителем, что приводит к перетеканию на слив масла, подаваемого насосом, и падению давления в системе. Выходной вал гидромотора при этом будет оставаться неподвижным.

В центральные отверстия вала и блока цилиндров установлены бронзовые втулки 4 и 28, которые сопряжены со стальными буксами 5 и 26. В центральную расточку буксы 5 вставлен и может свободно перемещаться в осевом направлении упор 32, который при помощи пружины 6 прижат своей сферической поверхностью к шаровой поверхности карданного вала. Второй сферический конец карданного вала прижат к сопряженной поверхности бронзового упора 27, посаженного в расточку буксы 26. Для регулировки установки кардана служит стальная компенсационная шайба 12.

Маслораспределение организовано сочетанием неподвижного распределителя 18, имеющего два полукольцевых канала (приемное и отдающее), и вращающегося блока цилиндров 25 с девятью овальными окнами для прохода масла в цилиндры под поршни. Приемный и отдающий полукольцевые каналы распределителя соединены с нагнетательной и сливной полостями крышки 19 и соответствующими трубопроводами гидросистемы, подведенными к крышке.

На гидронасосе имеется клапанная коробка 23, которая защищает систему гидропривода от чрезмерного повышения давления. Клапанную коробку регулируют на максимальное давление 150—160 кгс/см².

Для предотвращения задира и перегрева трущихся деталей корпус гидромашин заполняют маслом выше блока цилиндров. Для залива и слива масла предназначены отверстия, закрытые пробками 14 и 30. При работе гидромашин ее внутренние полости непрерывно пополняются маслом за счет утечки через неплотности распределителя и зазоры между цилиндрами блока и поршнями. Утечки масла отводятся из внутренней полости гидромашин через штуцер, устанавливаемый вместо заливной пробки в сливной трубопровод гидросистемы.

Крышки корпуса, фланцы и пробки уплотнены кольцами 9, 15, 17, 21 и 33 из маслостойкой резины.

При работе гидромашины в качестве гидромотора, приводящего во вращение колесо вентилятора холодильника, рабочая жидкость (масло) по трубопроводу высокого давления поступает к крышке гидромотора, проходит ее и через полукольцевой канал распределителя попадает в цилиндры блока. Под действием давления масла перемещается поршень, передавая усилие через шатун на вкладыш вала. Поскольку это усилие направлено под углом к торцу фланца вала, возникают тангенциальные составляющие силы, приводящие во вращение вал, на который насажено вентиляторное колесо охлаждающего устройства. Вал гидромотора через карданный вал передает вращение блоку цилиндров, обеспечивая синхронность их работы. Цилиндры блока, проходящие мимо полукольцевого канала в распределительном диске, связанного с полостью нагнетания, заполняются рабочей жидкостью. Во время второй половины оборота отработанная рабочая жидкость через второй полукольцевой канал в крышке вытесняется поршнями в сливную (всасывающую) магистраль гидросистемы. За один оборот вала каждый поршень совершает ход вперед и назад. Аналогично, но в обратном порядке осуществляется работа гидронасоса.

Расчетные параметры и характеристика гидропривода. В гидрообъемном приводе тепловоза для получения максимальных значений полезного момента и мощности угол наклона оси блока цилиндров к оси вала принят равным 30° . Для уменьшения пульсации подачи рабочей жидкости, отрицательно влияющей на работу гидропривода, увеличивают количество цилиндров, принимая их число нечетным. У гидромашины типа МН 250/100 их девять.

Основные технические данные гидромашин при работе на масле турбинном 22 (ГОСТ 32—74) при температуре плюс $45—50^\circ\text{C}$ приведены в табл. 6.

Мощность, затрачиваемая на привод вентилятора, может быть определена из выражения

$$N_{\text{в}} = \frac{n_{\text{в}} (p_1 - p_2) q}{450\,000 \eta_{\text{гп}}},$$

где $n_{\text{в}}$ — частота вращения вала вентилятора, об/мин;
 q — постоянная гидромотора (для МН250/100 $q=250 \text{ см}^3/\text{об}$);
 p_1, p_2 — давление масла соответственно в полостях нагнетания и всасывания;
 $\eta_{\text{гп}}$ — к. п. д. гидропривода.

Для определения ориентировочной мощности, затрачиваемой на привод вентиляторов при работе дизеля тепловоза на частичных режимах, необходимо знать соответствующую частоту вращения вентиляторных колес, которая может быть оп-

Таблица 6

Параметры	Работа в режиме	
	мотора	насоса
Расход рабочей жидкости за один оборот вала, см ³ /об	250	250
Максимальная частота вращения вала, об/мин	1500	1500
Максимальный расход (теоретический), л/мин	380	245
Давление в полости нагнетания, кгс/см ² :		
номинальное	100	100
максимально допустимое (кратковременное)	160	160
минимальное	10	—
Давление на всасывании (избыточное) м. ст. рабочей жидкости	—	0,5
Номинальный крутящий момент, кгс·м	37	—
Момент срагивания, кгс·м, не менее	31,5	—
Мощность, кВт:		
эффективная	57	—
затрачиваемая	—	45
Коэффициент полезного действия, %:		
объемный	—	96
гидромеханический	96	—
полный	92	92
Масса (с клапанной коробкой), кг	79	79

ределена с точностью 3—4% из зависимости $n_b = 126\sqrt{p_1}$. Опытным путем при испытаниях тепловоза ТЭП70-0001 были получены зависимости частоты вращения вентиляторных колес холодильника от давления масла после гидронасосов (рис. 48, сплошные линии) и частоты вращения коленчатого вала дизеля (рис. 48, пунктирная линия), замеренные при различных положениях контроллера машиниста и отключенных (подключенных) терморегуляторах. На номинальной частоте вращения вала дизеля ($n_d = 1000$ об/мин) и частоте вращения вентиляторов ($n_b = 1320 \div 1330$ об/мин) давление масла после гидронасосов первой шахты составляло 85, второй шахты — 93 и третьей — 80 кгс/см². Потребляемая вентиляторами мощность получена равной соответственно 59,6; 65,6 и 55,6 л. с., а отбираемая от дизеля — 72,2; 78,5 и 68,3 л. с.; суммарная мощность, отбираемая вентиляторами холодильника от дизеля, составляет около 219 л. с. (по расчету 225 л. с.).

Различные значения давлений масла в нагнетательной линии гидропривода и потребляемой вентиляторами мощности при практически одинаковой частоте вращения всех трех вентиляторных колес холодильника объясняются неодинаковыми моментами на валах гидромоторов из-за различных (на 1—

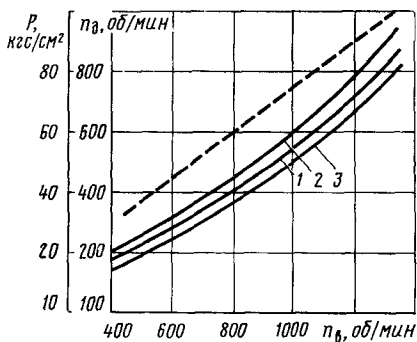


Рис. 48. Зависимость давления масла p после гидронасосов от частоты вращения вентиляторных колес n_v холодильника и зависимости частоты вращения вентиляторных колес холодильника от частоты вращения коленчатого дизеля n_d при отключенных («подклиненных») терморегуляторах и открытых жалюзи (см. пункт 19) при температуре наружного воздуха 18—23°C:

1 — вентилятор охлаждения воды дизеля (первый контур); 2 — вентилятор охлаждения наддувочного воздуха и масла дизеля (второй контур); 3 — вентилятор охлаждения воды, масла и наддувочного воздуха дизеля (первый и второй контуры)

—1,5° от расчетного значения) углов установки лопастей вентиляторных колес.

Редуктор гидронасосов. Коленчатый вал дизеля связан с приводными валами гидронасосов через валопровод 3 (рис. 49) и повышающий редуктор (мультипликатор) 2. Редуктор установлен на раме тепловоза и укреплен к ней восемью болтами 5 через регулировочные пластины 6. Корпус редуктора, отлитый из алюминия марки АЛ5 (ГОСТ 2685—63), имеет горизонтальный разъем. Верхняя и нижняя части корпуса скреплены десятью шпильками М16. Ведущий вал 6 (рис. 50) редуктора вращается с одинаковой частотой вращения коленчатого вала дизеля. Передаточное отношение редуктора 1:1,38. При номинальной частоте вращения коленчатого вала дизеля 1000 об/мин, что соответствует XV позиции рукоятки конт-

роллера машиниста, выходные валы 15 (валы гидронасосов) делают 1380 об/мин.

Три гидронасоса смонтированы в редуктор и прикреплены непосредственно к его корпусу шестью шпильками 9. На концы шлицевых валов 15 гидронасосов насажены одинаковые ведомые шестерни 2, которые приводятся от ведущей шестерни 1, установленной на валу 6. Шестерни изготовлены из стали марки 12ХНЗА (ГОСТ 4543—71). Ведущий вал имеет две подшипниковые опоры 14, одна из которых состоит из роликового № 2215 и шарикового № 215 подшипников, смонтированных в общем стальном стакане, другая — из роликового подшипника № 2215, также помещенного в стальной стакан.

Смазка редуктора гидронасосов циркуляционная. Масло из системы дизеля под давлением через сопла 5 подается на шестерни и к подшипникам ведущего вала. От хвостовика вала нижнего гидронасоса приводится во вращение масляный лопастной насос 10, закрепленный на корпусе редуктора. Насос производительностью 8 л/мин при $n = 1200$ об/мин постоянно откачивает масло из редуктора в картер дизеля. В насос масло по-

ступает через фильтр 13, состоящий из сетки № 08 (ГОСТ 6613—73).

Для предотвращения переполнения редуктора маслом при прокачке масляной системы при неработающем дизеле на подводящем трубопроводе (перед редуктором) установлен перепускной клапан, отрегулированный на давление 2 кгс/см². Переполнение редуктора маслом, сопровождающееся повышенным нагревом или течью, может произойти от неисправной работы маслооткачивающего насоса или маслопровода 11 редуктора. Повышенный нагрев может быть вызван также засорением сопел подачи смазки. Трубки маслопровода при этом холодные. Для устранения такого дефекта следует вывернуть и прочистить сопла. Для сообщения внутренней полости редуктора с атмосферой в крышку редуктора ввернут сапун 4.

Терморегулятор. Регулирование температуры охлаждающих жидкостей осуществляется автоматически путем непрерывного (плавного) изменения частоты вращения вентилятора. Для этого в системе автоматического регулирования температуры дизеля (САРТ) применен терморегулятор (рис. 51), состоящий из нижней (командной) и верхней (исполнительной) частей. Командным элементом терморегулятора является термобаллон (термодатчик) 8, заполненный церезином — кристаллическим веществом, обладающим большим коэффициентом объемного расширения. Сверху термодатчик закрыт резиновой диафрагмой 7. Для усиления теплопроводности термодатчики наполнены не чистым церезином, а в смеси с алюминиевой пудрой

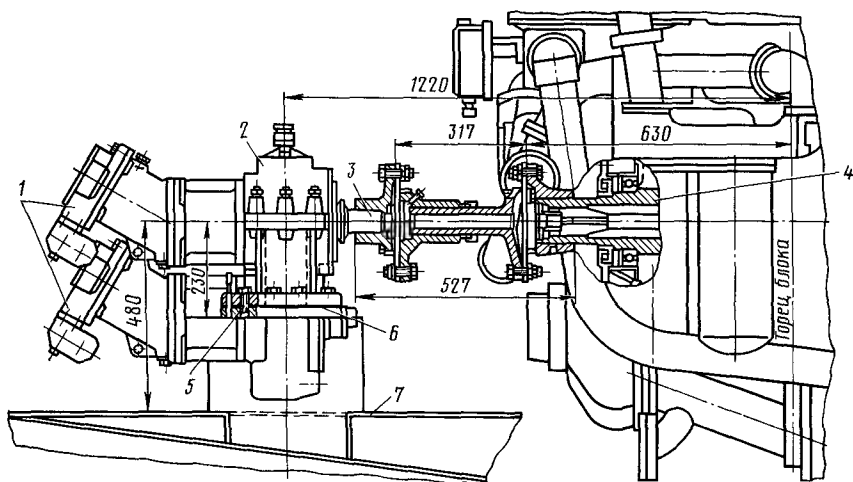


Рис. 49. Установка редуктора гидронасосов:

1 — гидронасосы; 2 — редуктор; 3 — валопровод от дизеля к редуктору; 4 — коленчатый вал дизеля; 5 — болт; 6 — регулировочные пластины; 7 — спинка рамы

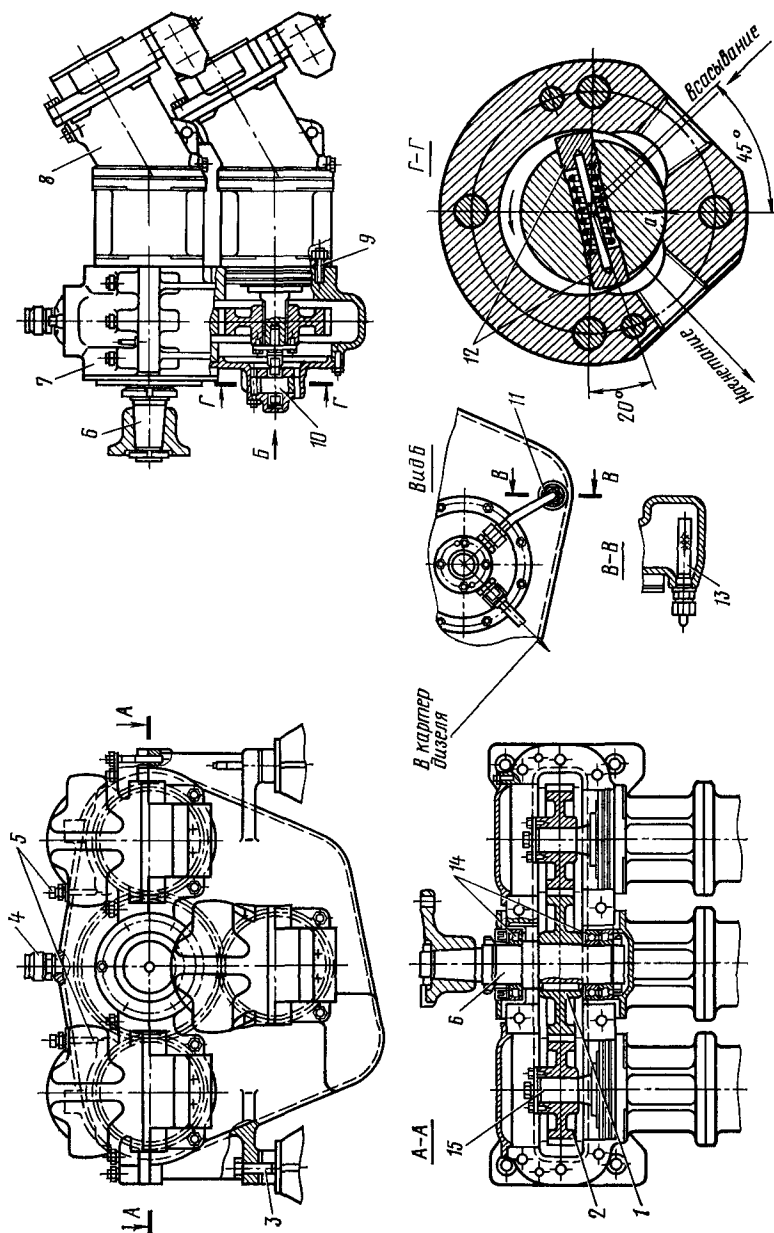


Рис. 50. Редуктор гидронасосов:

1 — шестерня ведущая; 2 — шестерня ведомая; 3 — болт; 4 — сапун; 5 — сошла подачи смазки; 6 — корпус; 7 — шпилька; 8 — гидронасос; 9 — шпилька; 10 — корпус; 11 — масляный насос; 12 — лопасти масляного насоса; 13 — фильтр; 14 — подшипники; 15 — вал выходной (гидронасоса)

1 — шестерня ведущая; 2 — шестерня ведомая; 3 — болт; 4 — сапун; 5 — сошла подачи смазки; 6 — корпус; 7 — шпилька; 8 — гидронасос; 9 — шпилька; 10 — корпус; 11 — масляный насос; 12 — лопасти масляного насоса; 13 — фильтр; 14 — подшипники; 15 — вал выходной (гидронасоса)

ПАК (ГОСТ 5494—71) в весовом соотношении 30% алюминиевой пудры и 70% церезина.

Термодатчик работает следующим образом. При переходе наполнителя в жидкую фазу центральная утолщенная часть резиновой диафрагмы 7 перемещается вверх, выталкивая по каналу корпуса датчика резиновую пробку 6. Для увеличения линейного перемещения толкателя 5 (и рабочего органа, связанного с ним) относительно линейного перемещения диафрагмы, воспринимающей давление наполнителя, пробка изготовлена с соотношением площадей нижней и верхней частей 1:6. Таким образом, объемное расширение наполнителя в термобаллоне, помещенном в охлаждающую жидкость, в конструкции терморегулятора преобразуется в линейное перемещение толкателя 5, который в свою очередь перемещает золотник 3, управляющий подачей жидкости к гидромотору. У термодатчика 8 ход толкателя равен 6,5 мм при температуре воды $69 \pm 1^\circ\text{C}$ и 10,5 мм при температуре воды $80 \pm 2^\circ\text{C}$ и не более 12 мм при температуре воды $90 \pm 2^\circ\text{C}$. Относительно небольшие линейные перемещения диафрагмы и пробки способствуют уменьшению их износа.

Поверхности бронзового корпуса датчика, соприкасающиеся с пробкой, должны иметь высокий класс шероховатости. Кроме того, при сборке датчика трущиеся поверхности пробки и диафрагмы должны быть покрыты тонким слоем талька.

После наполнения и сборки термодатчика снимают его статическую характеристику, представляющую зависимость выхода толкателя от температуры омывающей датчик жидкости. Скорость нагревания воды в термостате при снятии характе-

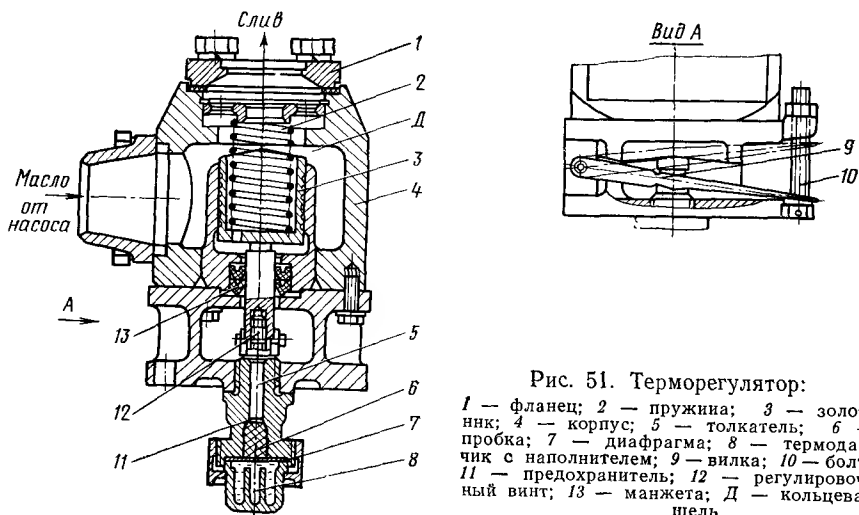


Рис. 51. Терморегулятор:

1 — фланец; 2 — пружина; 3 — золотник; 4 — корпус; 5 — толкатель; 6 — пробка; 7 — диафрагма; 8 — термодатчик с наполнителем; 9 — вилка; 10 — болт; 11 — предохранитель; 12 — регулировочный винт; 13 — манжета; Д — кольцевая щель

ристики должна быть $0,5—1^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. Отношение величины выхода толкателя в интервале температур к самому интервалу ($\Delta h/\Delta t = k_{\text{уд}}$) называется коэффициентом усиления датчика.

В интервале температур $69—80^{\circ}\text{C}$, на который регулируют датчик, статическая характеристика почти прямолинейна и коэффициент усиления датчика $k_{\text{уд}} = \frac{7,35-3,2}{80-69} = 0,397 \text{ мм}/^{\circ}\text{C}$.

Статическая неравномерность регулирования температурного режима допускается до 12°C и может быть снижена увеличением коэффициента усиления датчика. На величину статической неравномерности температуры влияет также место установки термодатчика. Поэтому их следует устанавливать только в «горячий» теплоноситель, т. е. поток воды или масла на выходе из дизеля.

Терморегуляторы тепловоза ТЭП70 установлены на трубопроводы воды (один) и масла (последовательно два) на выходе из дизеля. При температуре жидкости $69 \pm 1^{\circ}\text{C}$, омывающей термодатчик, объем наполнителя, перейдя из твердой фазы в жидкую, начнет расширяться и через диафрагму 7 (см. рис. 51), пробку 6 и толкатель 5 переместит золотник 3 вверх. При этом рабочая кромка золотника начнет постепенно перекрывать кольцевую щель Д. Масло начнет поступать к гидромотору, который приведет во вращение колесо вентилятора. По мере уменьшения размеров щели будет увеличиваться количество масла, поступающего к гидромотору, и частота его вращения будет возрастать. Количество масла на сливе будет уменьшаться. Когда золотник полностью перекроет щель Д, весь расход масла от насоса будет поступать к гидромотору, выходной вал которого с вентиляторным колесом будет вращаться с максимальной (расчетной) частотой вращения. При этом температура жидкости (воды или масла), омывающей термодатчик, должна быть выше $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$. При понижении температуры жидкости наполнитель сжимается, щель Д будет увеличиваться и часть масла начнет поступать на слив. При температуре ниже $69 \pm 1^{\circ}\text{C}$ пружина 2 возвращает золотник в нижнее положение, все масло идет на слив, не поступая к гидромоторам. Вентиляторы перестают вращаться, прекращается дальнейшее охлаждение воды и масла дизеля. Таким образом, в пределах выбранного интервала регулирования терморегулятор плавно меняет частоту вращения гидромотора (вентилятора).

При выходе из строя термодатчика или для проверки работы вентилятора возможно перемещать золотник вручную при помощи плавной подтяжки болта 10 и вилки 9. Если при подтянутом золотнике остановлен дизель, то перед новым пуском вилку необходимо опустить. Золотник по втулке и пояску корпуса должен ходить свободно, без заеданий при допустимом зазоре между ними $0,03 \text{ мм}$. Хвостовик золотника уплотняется при помощи двух резиновых манжет 13, фиксируемых упор-

ными кольцами. Манжеты работают под давлением 1,3—1,5 кгс/см².

Регулировочный винт 12 предназначен для небольшой корректировки характеристики термодатчика без снятия его с тепловоза. Например, если вентилятор начинает вращаться при температуре воды на выходе из дизеля ниже 68°C, то следует вернуть винт 12 в тело золотника на один оборот, при этом золотник переместится на 1 мм и начало вращения вентилятора произойдет примерно на 2°C позже. Если вентилятор начинает вращаться при температуре выше 70°C, то винт 12 необходимо вывернуть на 1—1,5 оборота. Для предохранения диафрагмы термодатчика максимальный регулировочный ход винта выбран $\pm 1,5$ мм. При погрешности термодатчика свыше 2—3°C его необходимо снять и произвести подрегулировку за счет изменения объема наполнителя. Перед постановкой на тепловоз окончательно собранный терморегулятор испытывают на стенде.

Масляный бак (рис. 52) гидросистемы тепловоза предназначен для компенсации объемного расширения масла при его нагревании и пополнении системы при небольших утечках. Через бак происходит непрерывное удаление воздуха из системы

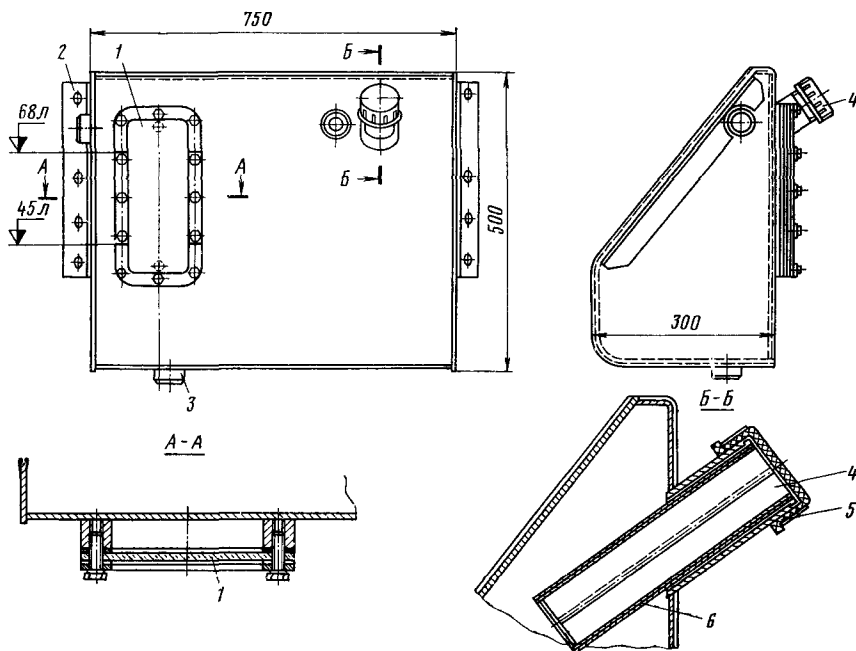


Рис. 52. Масляный бак системы гидропривода:

1 — мерное стекло; 2 — угольник; 3 — грибок; 4 — горловина заливочная; 5 — гайки;
6 — сетка

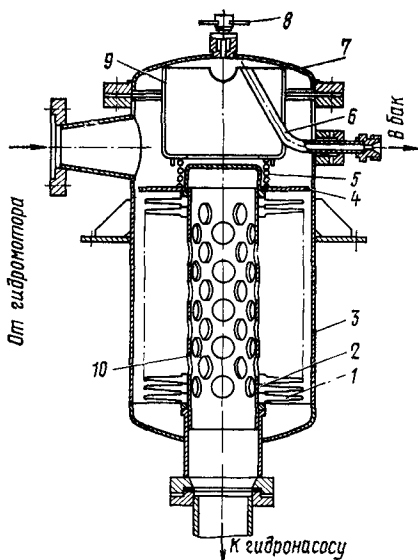


Рис 53. Фильтр масла системы гидропривода:

1 — фильтрующий элемент, 2 — прокладка, 3 — корпус, 4 — тарелка, 5 — пружина, 6 — трубка отводная, 7 — крышка, 8 — винт, 9 — опора, 10 — трубка перфорированная

при ее заполнении в процессе работы привода. Расчетная емкость бака 75 л. Рабочий диапазон уровней масла, отмеченный на мерном стекле 1, соответствует 23 л.

Одним из основных условий нормальной работы гидропривода является наиболее полное удаление воздуха из рабочей жидкости. Для этой цели бак располагается под крышей тепловоза значительно выше всей системы гидропривода.

К баку подведены дренажные трубы утечек масла из гидромашин, воздухоотводные трубки из фильтров и подпиточные трубы, через которые масло непрерывно пополняет систему. В гайке заливочной горловины имеются отверстия, сообщающие воздушную полость бака с атмосферой.

Бак сварен из алюминия марки АМ6. Для контроля качества швов его подвергают гидравлическому испытанию давлением 0,2 кгс/см² в течение 5 мин. Течь и потение не допускаются.

Масляные фильтры и трубопроводы. Отработанное в гидромоторах масло поступает в масляный фильтр со степенью фильтрации 45 мк. Часть масла (~20%) параллельным потоком идет в фильтр тонкой очистки масла (ФТО).

Масляный фильтр (рис. 53) состоит из алюминиевого сварного корпуса 3, крышки 7, фильтрующих элементов 1, насаженных на перфорированную трубку 10, из которой очищенное масло направляется к гидронасосу. Каждый элемент состоит из гофрированной диафрагмы с отверстиями, на которую наложены в два слоя сетки из латуни Л80: внутренняя (№056) каркасная и наружная (№0045) фильтрующая.

Набор из фильтрующих элементов и установленных между ними уплотнительных прокладок 2 поджимается пружиной 5 через тарелку 4. Отводная трубка 6, соединяющая верхнюю полость фильтра через масляный бак с атмосферой, предназначена для непрерывного удаления воздуха из системы при ее заполнении и в процессе работы привода. Винт 8 предусмотрен для выпуска остатков воздуха из фильтра после заполнения

системы маслом и для впуска воздуха в систему при сливе масла.

Фильтр тонкой очистки масла (рис. 54) состоит из головки 2, корпуса 3 и крышки 1 (из немагнитного материала). Головка имеет каналы для входа и выхода масла, а также вертикальные каналы *А*, *Б* и *В*. Через канал *Б* нефилтрованное масло поступает в корпус к фильтрующим элементам 6. В каналах *А* и *В* располагаются соответственно выходной клапан 4 и перепускной клапан 5. Фильтрующий элемент типа ФП7 выполнен гофрированным из фильтровальной бумаги и металлической сетки с фланцами из пластмассы.

В крышке фильтра находится индикаторное устройство, сигнализирующее при помощи магнита-золотника 11 и магнита-указателя 10 о засорении фильтроэлемента. Отработанное в гидромоторе масло, пройдя через канал *Б* в корпус фильтра, а затем сквозь фильтрующий элемент, направляется по каналу *А* к выходному отверстию. При повышении перепада давления на фильтре вследствие увеличения вязкости или расхода масла, а также при его засорении открывается перепускной клапан 5 и часть потока масла, минуя фильтроэлемент, поступает в канал *Г* и, переместив магнит-золотник 11, через отверстие *Д* и канал *А* идет на выход. Магнит-золотник улавливает из потока масла часть металлических частиц. Под воздействием магнитного поля магнита-золотника перемещается магнит-указатель 10. Смещение торца *Е* магнита-указателя в пределы поля, окрашенного в красный цвет, свидетельствует о начале перепуска части потока масла мимо фильтроэлемента.

Трубопровод гидропривода имеет в основном фланцевое соединение. Для труб небольшого диаметра применяются шаро-

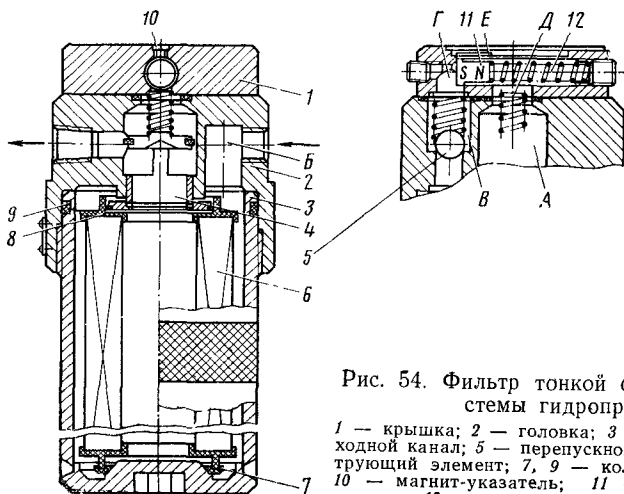


Рис. 54. Фильтр тонкой очистки масла системы гидропривода:

1 — крышка; 2 — головка; 3 — корпус; 4 — выходной канал; 5 — перепускной клапан; 6 — фильтрующий элемент; 7, 8 — кольца; 8 — фланец; 10 — магнит-указатель; 11 — магнит-золотник; 12 — индикаторное устройство

вые соединения. Фланцевое соединение труб высокого давления уплотнено при помощи прямоугольного резинового кольца с натягом по высоте 0,8—1,1 мм. После сварки электродом типа Э42 трубы напорной магистрали подвергают гидроопрессовке давлением 160 кгс/см², а все остальные — давлением 5 кгс/см² в течение 5 мин. Сваренные трубы обезжиривают, промывают и травят в 12—15-процентном водном растворе серной кислоты. Затем трубы обрабатывают абразивным материалом ЭБ-30 или ЭБ-40 при помощи сопла, продувают сжатым воздухом и промывают на стенде в течение 10—15 мин подогретым до температуры 40—60°C дизельным топливом, пропущенным через фильтры под давлением 2—3 кгс/см². На внутренних и наружных поверхностях труб не должно быть следов окалины, ржавчины, абразива, стружки и т. п. Батистовый тампон (или безворсная хлопчатобумажная салфетка), пропущенный через трубу, должен быть чистым.

Применяемые масла и температурный режим. Нормальная работа системы гидропривода обеспечивается при использовании (как основного) турбинного масла 22 (ГОСТ 32—74). В качестве заменителей допустимо применение масел: трансформаторного (ГОСТ 982—68), ГТ-50 (МРТУ 38-1-256—67), АГМ (МРТУ 38-1-193—66) или ТКЛ-22 (ТУ.38.10.1100—72).

Выбор сорта масла для гидропривода связан главным образом с температурным режимом эксплуатации. Недопустима работа при чрезмерно высоких (80—90°C) температурах масла в гидросистемах. Перегрев масла может привести к уменьшению его вязкости, повышению потерь на утечки, снижению к. п. д. и в конечном счете поломке машины. Рабочая температура масла должна быть в пределах 60—70°C. Замену масла

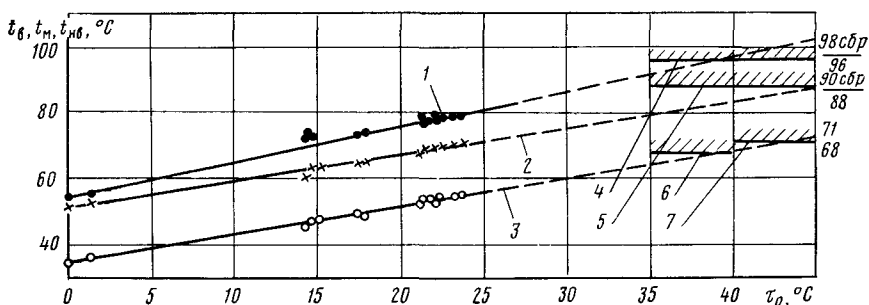


Рис 55. Зависимость температуры воды, масла и наддувочного воздуха дизеля от температуры окружающего воздуха при отключенных («подклиненных») терморегуляторах и открытых жалюзи (XV позиция контроллера, частота вращения вентиляторов 1320—1330 об/мин):

1 — температура воды на выходе из дизеля; 2 — температура масла на входе в дизель; 3 — температура воды на входе в охладитель наддувочного воздуха; 4, 5 — предельно допустимые температуры воды и масла; 6, 7 — то же для наддувочного воздуха при температуре окружающей среды соответственно 40 и 45°C

в системе гидропривода на эксплуатируемом тепловозе производят при несоответствии его браковочным нормам.

Расчетные параметры охлаждающего устройства. Суммарный отвод тепла от дизеля (с водяным охлаждением выпускных коллекторов) составляет $190 \cdot 10^4$ ккал/ч, в том числе от воды дизеля — $100 \cdot 10^4$, от масла — $40 \cdot 10^4$ и от наддувочного воздуха — $50 \cdot 10^4$ ккал/ч. При всех нагрузках и температуре наружного воздуха $+45^\circ\text{C}$ допустимая температура масла на входе в дизель 88°C . Сброс нагрузки по предельной температуре масла на входе 90°C с регулировкой $89 \pm 1^\circ\text{C}$. Предельная температура воды на выходе из дизеля не должна превышать 96°C (сброс 98°C), а на входе в холодильник наддувочного воздуха (воздухоохладитель) 71°C .

Экспериментальная зависимость указанных параметров от температуры окружающего воздуха, полученная при испытаниях охлаждающего устройства, представлена на рис. 55.

Работа охлаждающего устройства. Наружный воздух просасывается тремя осевыми восьмиллопастными вентиляторами через водяные секции, основные геометрические характеристики которых следующие:

Рабочая длина трубок секции, мм	710
Размеры трубок, мм:	
наружных	$2,2 \times 19$
внутренних	$1,1 \times 17,9$
Количество рядов трубок в глубину, шт.	8
Число трубок в секции, шт.	68
Расположение трубок в пучке	шахматное
Шаг расположения трубок мм:	
по фронту	16
в глубину	22
Общее сечение трубок в секции, м^2	0,00132
Число охлаждающих пластин, шт.	308×2
Толщина охлаждающих пластин, мм	0,1
Шаг оребрения, мм	2,3
Живое сечение прохода воздуха, м^2	0,0878
Ширина фройта секции, мм	154
Рабочая ширина секции, мм	152,4
Глубина секции, мм	187
Поверхность охлаждения, м^2	17,35
Поверхность, омываемая жидкостью, м^2	1,79
Масса секции, кг	30,3

Регулирование частоты вращения вентиляторов происходит автоматически путем перепуска масла терморегуляторами в системе гидропривода. При работе вентиляторов шторковое зачехление радиаторов и верхние жалюзи должны быть открыты. Привод шторкового зачехления ручной. Зачехление радиа-

торов холодильника следует закрывать в зимнее время при длительных стоянках тепловоза. Управление механизмов привода верхних жалюзи автоматизировано и осуществляется по схеме, изображенной на рис. 44.

Для управления жалюзи переднего блока холодильника, расположенного над дизелем, термобаллон с легкокипящей жидкостью 1 помещен в поток воды на выходе из дизеля, а термореле КРД-2 настраивают на температуру замыкания контактов $65 \pm 2,5^\circ\text{C}$. Для управления жалюзи заднего блока холодильника термобаллон устанавливают в поток масла на входе в дизель, а термореле настраивают на температуру замыкания контактов $62 \pm 2,5^\circ\text{C}$.

Чувствительный элемент термореле работает следующим образом: при повышении температуры в контролируемой среде увеличивается давление в термобаллоне 1, сильфон 5 чувствительного элемента растягивается, преодолевая сопротивление пружины 4. Одновременно перемещается и толкатель 3, который нажимает на кнопку микропереключателя 2 и переключает его контакты, включая электропневматический вентиль ВВ-32Ш, который при помощи воздуха открывает жалюзи.

При уменьшении температуры контролируемой среды сильфон 5 под действием пружины сжимается, толкатель 3 отходит от кнопки микропереключателя, производя обратное переключение контактов. Доступ воздуха к приводу жалюзи прекращается, пружина пневмоцилиндра закрывает жалюзи. Система по двухпозиционному принципу «открыто — закрыто» в сочетании с гидроприводом вентилятора обеспечивает поддержание заданного температурного режима дизеля. Температура воды на выходе из дизеля допускается не более 98°C , температура масла на входе в дизель — не более 90°C . При достижении указанных температур срабатывают защитные реле и происходит сброс нагрузки.

Температуру воды и масла дизеля контролируют по термометрам, установленным на пульте машиниста. В связи с тем что дистанционные приборы имеют значительные погрешности, все блокирующие устройства настраивают по ртутным термометрам. При снижении температуры воды в водяной системе до $+15^\circ\text{C}$ ее необходимо прогреть, запустив дизель. Если дизель не запускается из-за низкой температуры воды, ее сливают и заменяют горячей. В тех случаях, когда температура воды и масла резко снижается при остановленном дизеле, что бывает при очень холодной погоде, и реле КРД-2 не срабатывает, своевременно нужно прикрыть шторы зачехления радиаторов так, чтобы температура воды и масла не поднималась до величины, нагружающей гидростатический привод (терморегулятор часть масла направляет к гидромоторам).

Основным условием, обеспечивающим нормальную работу охлаждающего устройства в процессе эксплуатации, является

постоянный контроль за его работой и своевременное проведение осмотров и ремонтов в соответствии с рекомендациями, установленными инструкцией по эксплуатации.

Особенности эксплуатации охлаждающего устройства в зимний период. При этом необходимо добиваться, чтобы вентиляторы холодильника и привод жалюзи не начинали работать ранее установленной для их датчиков температуры. В противном случае это может привести к переохлаждению воды и масла дизеля. Системы тепловоза следует заправлять водой и маслом, подогретыми до температуры не менее 60°C. В рабочем состоянии тепловоза температурный режим систем должен поддерживаться периодическим запуском дизеля. Кроме того, зимой необходимо также выполнять следующие требования:

а) при длительных остановках для предотвращения замерзания воды в секциях и переохлаждения масла дизеля следует закрывать шторками боковые жалюзи. Периодически запускать дизель при снижении температуры воды до +15°C;

б) площадь зачехления (закрытие шторок) регулируют таким образом, чтобы не было значительного роста температуры воды и масла. Показателем этого является степень интенсивности работы гидропривода вентиляторов холодильника дизеля. Следует установить величину площади зачехления такой, чтобы давление масла в системе гидропривода не превышало 15—20 кгс/см² при работе дизеля на полной мощности;

в) во время снежных бурь и сильного бокового ветра шторы зачехления боковых жалюзи необходимо закрыть;

г) аккумуляторную батарею следует снимать с тепловоза для периодического подзаряда. Если тепловоз отставлен от работы на срок не более 30 суток и приняты меры, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала, то разрешается подзаряжать батарею, не снимая с тепловоза;

д) консервацию узлов тепловоза производят в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Особенности эксплуатации в летнее время. В летних условиях при температуре выше 35°C холодильник работает весьма напряженно. Чтобы секции внутри и снаружи были чистыми, необходимо чаще продувать их и шахту холодильника воздухом из шланга со щелевым насадком и тщательно проверять, чтобы в шахте не было отверстий, через которые может подсасываться воздух, минуя секции. Неисправность автоматики, гидропривода, жалюзи и других узлов может привести вначале к сбросу нагрузки, а затем и к остановке дизеля. Поэтому локомотивная бригада обязана тщательно осматривать и проверять работу узлов холодильника при выезде из депо. Перед началом летней эксплуатации локомотива необходимо:

а) промыть секции холодильника, обратив особое внимание на их чистоту, наличие замятых пластин и забитых трубок. Обнаружить забитые трубки можно при проверке температуры секции на ощупь при работающем вентиляторе. Секции, температура которых резко отличается от других, подлежат проверке на стенде на скорость протекания через них воды и отправки при необходимости в ремонт;

б) убедиться в плотности заделок и уплотнений люков шахт холодильника;

в) проверить величину угла открытия верхних жалюзи, которая должна быть в пределах $90^{\circ} - 5^{\circ}$;

г) установить вентили водяной системы в положение, отключающее отопительно-вентиляционную установку и топливоподогреватель;

д) отрегулировать термореле КРА-2 на срабатывание контактов сброса нагрузки. Срабатывание реле должно происходить при температуре воды на выходе из дизеля 98°C и при температуре масла на входе в дизель 90°C ;

е) проверить работу гидростатического привода вентиляторов холодильника и работу терморегулятора.

Эксплуатация гидропривода. Перед подачей тепловоза под поезд гидропривод тщательно осматривает локомотивная бригада. При осмотре необходимо проверить уровень масла в баке, состояние разъемов (плотность) крышек, фланцев, пробок, сферических соединений, надежность крепления гидромашин трубопроводов. Во время работы гидропривода запрещается производить всякого рода исправления, в том числе подтягивание болтов, гаек и пробок. Запрещается пускать гидропривод без масла. Нужно следить, чтобы по гидромашинам, трубопроводу и арматуре не наносились удары. При работе гидропривода не должно быть утечек из-под неподвижных соединений: штуцеров, крышек, фланцев, соединений трубопровода. Утечки должны быть устранены на неработающем приводе. Допускаются утечки по манжетным уплотнениям не более $1\text{ см}^3/\text{ч}$. Уровень масла в баке должен быть не ниже предельной отметки. В противном случае надо долить масло. Применять масла только рекомендуемые и заливать их через фильтр с соблюдением мер предосторожности, гарантирующих от попадания грязи.

Масло из системы рекомендуется сливать сразу же после остановки гидропривода, так как оно при этом менее вязкое и легко уносит с собой из системы попавшую туда грязь. Сливают масло через клапаны 31 (см. рис. 46) масляного бака, сливных и нагнетательных труб, охлаждающей секции (через нижнее соединение с трубопроводом) и из гидромашин через пробки в их корпусах. После слива масла вначале промывают фильтры и бак, а затем остальные емкости системы. Для промывки системы заливают чистое масло в масляный бак и пу-

скают дизель вхолостую. Для обеспечения пропуска масла через весь трубопровод следует поднять вручную вилки терморегуляторов и проработать в таком положении 10—15 мин, после чего вилки опустить, остановить дизель и спустить масло. После промывки системы заполнить гидропривод чистым маслом, прошедшим обязательный анализ в лаборатории.

При настройке тепловоза, а также при его ремонте в депо или на заводе МПС, если разбирали и ремонтировали узлы гидропривода, промывка системы обязательна перед реостатными испытаниями и после них.

Заправку гидросистемы свежим маслом производят через горловину масляного бака. Систему можно считать заполненной, если масло после вращения коленчатого вала дизеля остается на прежнем уровне (по стеклу масломера). Для удаления воздуха из системы производят кратковременный пуск дизеля (10—15 мин) на холостом ходу. Таких пусков повторяют несколько, при этом чередуют положение вилок терморегулятора (поднято и опущено). После прекращения выделения пузырьков, наблюдаемого в стекло масломера бака, можно считать, что система полностью освобождена от воздуха.

Утечки масла из гидромашины. Повышенное давление в корпусе гидромашины (на сливе) может вызвать течь масла через манжету 3 (см. рис. 47). Кроме того, течь может быть следствием повреждения уплотнения при его постановке на вал, а также из-за износа шейки вала под уплотнением и наличия задиров на ее поверхности. Если манжета гидромоторов имеет такие дефекты, то капли или струи масла, вытекающие через образовавшуюся неплотность, будут подхватываться вентилятором и выбрасываться в атмосферу. При повреждении манжеты гидронасоса масло из системы гидропривода будет попадать в редуктор, а оттуда откачиваться в систему смазки дизеля. Этот дефект обнаруживается по понижению уровня масла в баке. При его ненормальном понижении необходимо проверить, не уносится ли оно вентилятором.

В процессе эксплуатации гидропривода также может иметь место рост утечек масла из-за износа торцового распределителя и поршневой группы гидромашин. При этом увеличивается давление в корпусе гидромашины, которое может привести к пробоем манжеты на выходном валу и утечке масла из системы. Чтобы не допустить остановки поезда на перегоне из-за повреждения манжеты, необходимо периодически замерять давление, которое не должно превышать 0,45—0,5 кгс/см². Для замера давления снимают одну из пробок на гидромашине и вместо нее ввертывают специальный штуцер, на который надевают новую трубку; второй конец трубки через другой штуцер соединяют с манометром с ценой деления 0,1 кгс/см². Дают дизелю полные обороты, поднимают вилки терморегуляторов и снимают показание манометра.

После замера давления останавливают дизель и подготавливают измерение утечек. Для этого отсоединяют от гидромашин дренажную трубку, заглушают ее и открытое дренажное отверстие. В емкость не менее 15 л опускают конец трубки, ранее присоединившейся к манометру, пускают дизель на полные обороты, поднимая вилки терморегуляторов до отказа.

Утечки замеряют следующим образом: конец резиновой трубки переносят из 15-л емкости в контрольную, включив одновременно секундомер. После заполнения емкости до риски «1 л» переносят конец трубки обратно в большую емкость и останавливают секундомер. У гидромашин с нормальным износом утечки масла должны быть не более 1400 см³/мин, что соответствует падению частоты вращения вала гидромашин на 100 об/мин. Большие величины утечек недопустимы, так как в летних условиях не будет обеспечена требуемая для отвода тепла дизеля частота вращения вентиляторных колес. Повышенные утечки устраняют пришабровкой рабочей поверхности блока или ремонтом поршневой группы.

Промывка узлов охлаждающего устройства. Водяные секции. Чистоту промывки секций проверяют замером времени протекания воды через секцию на испытательном стенде. Объем стендового бака 60 л. Время протекания воды от верхнего до нижнего уровня бачка стенда по меткам на водомерном стекле в зависимости от температуры воды не должно превышать следующих величин:

Температура воды, °С	4	8	12	15	20	34
Время протекания воды через секцию, с, не более	80	67	60	55	50	50

Масляные фильтры. Масляные фильтры системы гидропривода очищают следующим образом:

сливают масло из системы, отсоединяют и вынимают из корпуса фильтра отводную трубку 6 (см. рис. 53), предварительно подставив емкость для слива масла из дренажной трубы;

снимают крышку 7 и опору 9 с пружиной 5; вынимают трубу с набором фильтрующих элементов 1; промывают все фильтрующие элементы в бензине и продувают сухим сжатым воздухом давлением 0,5—1 кгс/см²; промывают корпус масляного фильтра веретенным маслом, предварительно заглушив выходное отверстие во избежание попадания грязи в гидронасосы. Протирать корпус концами или ветошью запрещается.

На малом периодическом ремонте промывку корпусов фильтров и масляного бака производят бензином, сняв их с тепловоза.

Фильтры тонкой очистки масла. Для замены фильтрующего элемента фильтра ФП7 необходимо слить мас-

ло из системы, вывернуть корпус фильтра, извлечь загрязненный фильтроэлемент с фланцами 8 (см. рис. 54), вынуть фланец 8 и кольцо 7 и вставить их в головку чистого фильтроэлемента. Затем вставить чистый фильтроэлемент в корпус, смазать кольцо 9 консистентной смазкой ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 6277—59) и ввернуть корпус с фильтроэлементом в головку фильтра.

Уход за системой гидропривода вентиляторов холодильника. Масло, поступающее в гидромашину, должно быть свободным от воды, кислот, смол и очищенным от посторонних частиц размером более 0,025 мм. Рабочая емкость гидросистемы 180 л. Масло заливают до уровня, отмеченного на стекле масляного бака. Затем проворачивают коленчатый вал дизеля, доливают масло, повторно поворачивают вал. Операцию повторяют до тех пор, пока уровень в баке перестанет изменяться. При работе гидропривода объем масла увеличивается.

На масломерном стекле бака зафиксирован диапазон рабочих уровней масла. При работе уровень масла не должен быть выше верхней отметки во избежание выброса его через отверстия в гайке заливочной горловины бака. В эксплуатации уровень следует контролировать ежедневно.

Гидростатический привод очень чувствителен к механическим примесям в масле. Поэтому уход за ним заключается прежде всего в соблюдении чистоты при демонтаже, заливке масла, разборке узла или всей системы. При замене труб внутреннюю поверхность их очищают согласно инструкции по эксплуатации тепловоза.

Заливать масло в гидросистему и гидромашинны необходимо через фильтры из мелкой латунной сетки с двумя слоями батиста. При заливке следует выпускать воздух из системы через отверстия на крышках масляных фильтров, отвернув винт 8 (см. рис. 53).

Централизованная система воздушного охлаждения электрических агрегатов

В отличие от устанавливаемых на существующих тепловозах индивидуальных вентиляторных установок для охлаждения каждого электрического агрегата (тягового электродвигателя, генератора, выпрямительной установки и др.) на тепловозе ТЭП70 создана система централизованного воздухообеспечения от одного осевого вентилятора 1 (рис. 56) с общей производительностью 1200 м³/мин. Осевого вентилятор 1 засасывает воздух из атмосферы через блок воздушных фильтров и нагнетает его к потребителям, обеспечивая охлаждение тягового генератора 8, тяговых электродвигателей 2, выпрямительной установки 3, наддув высоковольтной камеры 6, вентиля-

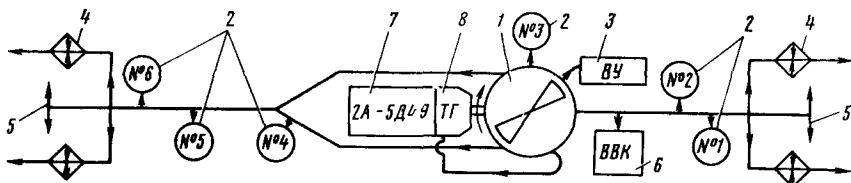


Рис. 56. Принципиальная схема централизованного воздухообеспечения электрических агрегатов:

1 — осевой вентилятор; 2 — тяговые электродвигатели; 3 — выпрямительная установка; 4 — калориферы и обогрев кабин машиниста; 5 — обогрев лобовых стекол; 6 — высоковольтная камера; 7 — дизель; 8 — тяговый генератор

цию, обогрев и наддув кабин машиниста 4 и обдув лобовых стекол тепловоза 5.

Основные воздуховоды от вентилятора образованы в сварной конструкции рамы тепловоза, от которых имеются ответвления к потребителям. Осевой вентилятор 1 (рис. 57) установлен на раме тепловоза и соединен с валом тягового генератора 10 через эластичную оболочковую муфту 11 и угловой редуктор, встроенный в корпус вентилятора.

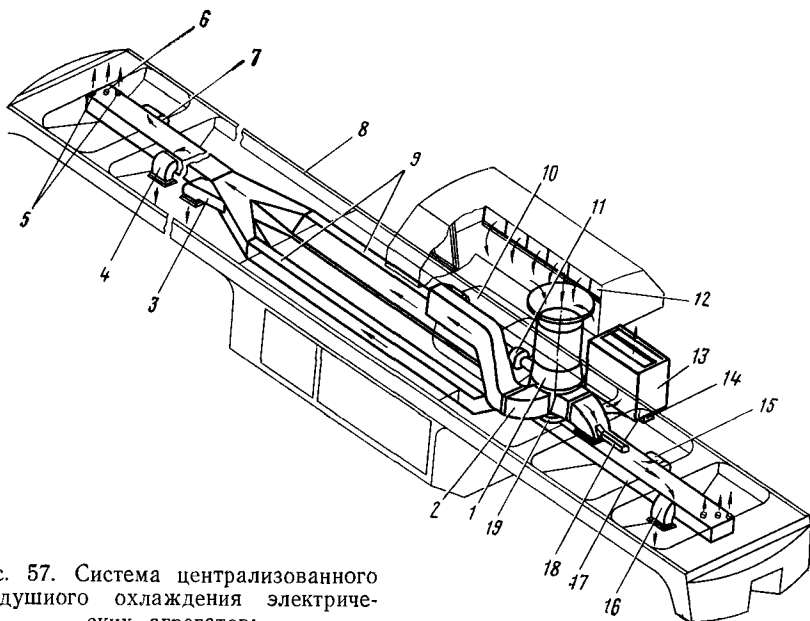


Рис. 57. Система централизованного воздушного охлаждения электрических агрегатов:

1 — осевой вентилятор; 2 — воздуховод к тяговому генератору; 3, 4, 7, 15, 16, 19 — воздуховоды к тяговым электродвигателям соответственно 1—6-й осей тепловоза; 5 — воздуховоды к калориферам кабин; 6 — воздуховоды обогрева стенок лобовых окон; 8 — рама тепловоза; 9 — воздуховод к тяговым двигателям задней тележки; 10 — тяговый генератор; 11 — оболочковая муфта; 12 — крышевой блок фильтров; 13 — выпрямительная установка; 14 — воздуховод к выпрямительной установке; 17 — центральный воздуховод; 18 — воздуховод к высоковольтной камере

Осевой вентилятор (рис. 58), спроектированный на базе вентилятора К-42, выполнен по схеме: направляющий аппарат 2, рабочее колесо 1 и спрямляющий аппарат 4. Относительный диаметр втулки колеса 0,6. Частота вращения вентилятора 2890 об/мин при частоте вращения вала дизеля 1000 об/мин.

На входе в вентилятор установлен коллектор 11, отлитый из алюминия марки АЛ5. Забор отфильтрованного воздуха

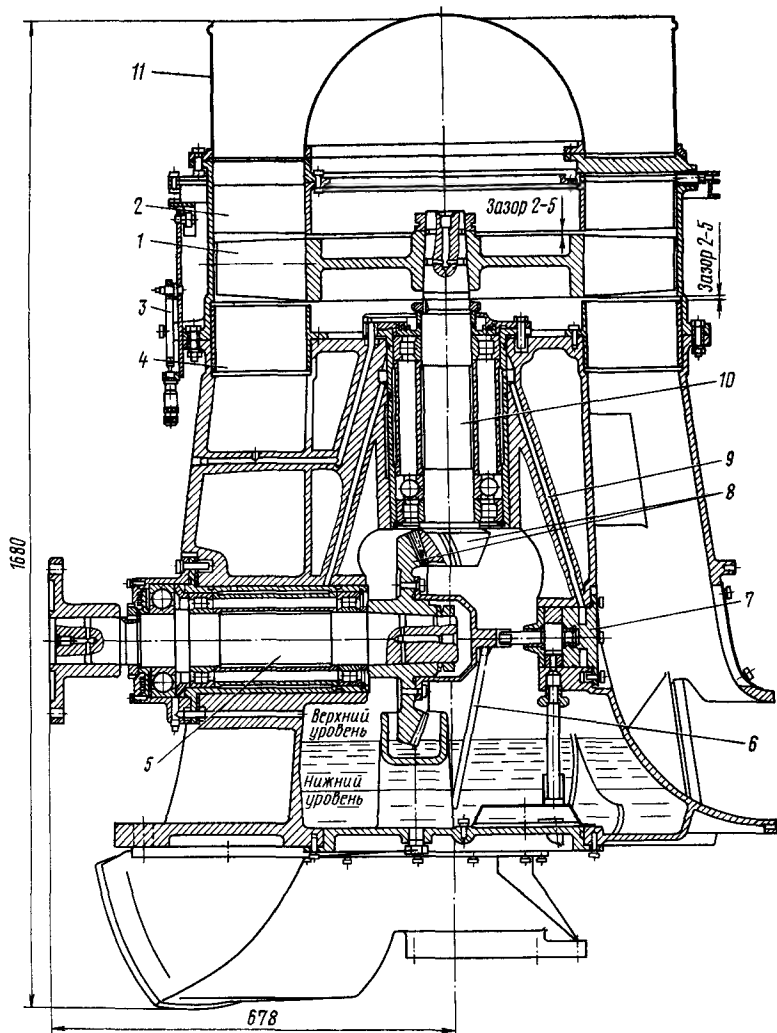


Рис. 58. Вентилятор осевой:

1 — рабочее колесо; 2 — направляющий аппарат; 3 — поворотное устройство; 4 — спрямляющий аппарат; 5 — ведущий вал; 6 — шуп; 7 — масляный насос; 8 — редуктор угловой; 9 — каналы смазки подшипников; 10 — ведомый вал с шестерней; 11 — коллектор

производится шестнадцатью лопатками рабочего колеса вентилятора. Диск и лопатки рабочего колеса изготовлены из алюминиевого сплава марки АК6. Лопатки профилированные, крепление их к диску при помощи «ласточкина хвоста». Угол установки лопаток 40° . Рабочее колесо проходит динамическую балансировку.

Лопатки направляющего аппарата (13 шт.) изготовлены с поворотными закрылками. Изменением угла установки закрылков можно регулировать напор и производительность вентилятора. Невращающаяся часть лопатки выполнена за одно целое с литым алюминиевым корпусом вентилятора. Поворотная часть изготовлена из пенопласта ВЛ-1. Поворот лопаток направляющего аппарата осуществляется вручную поворотным устройством 3. Переводя ручку рычага вправо, кольцо поворачивается влево, одновременно опускается вниз по наклонным направляющим и поворачивает лопатку на определенный угол.

Спрямяющий аппарат 4, имеющий 15 лопаток с углом установки их 75° , сварен из листовой стали.

Редуктор угловой 8 вмонтирован в литой алюминиевый корпус вентилятора, являющийся одновременно его проточной частью. Частота вращения ведущего вала 1000 об/мин. Конические шестерни редуктора изготовлены из стали марки 12ХНЗА с цементацией поверхности зубьев. Угол наклона зуба в середине зубчатого венца 35° . Число зубьев ведущей шестерни 52, ведомой 18. Передаточное отношение редуктора 2,89.

Ведущий вал 5 вращается в двух роликовых подшипниках 32518 (ГОСТ 8328—57), посаженных в общий стакан. Осевую нагрузку воспринимает шариковый подшипник 318 (ГОСТ 8338—57).

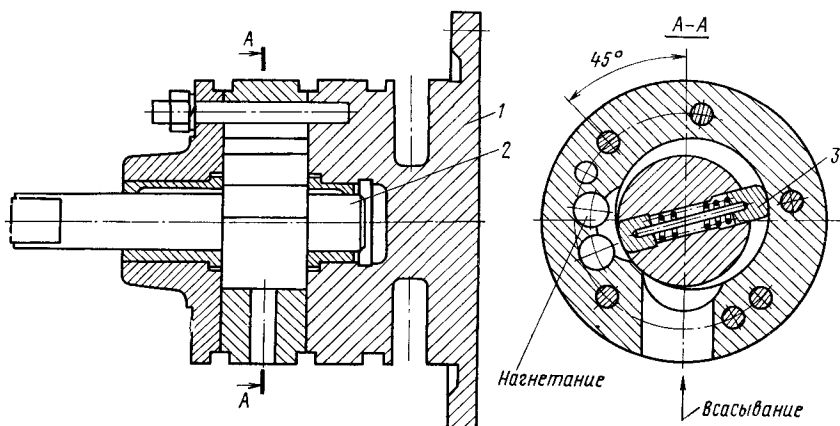


Рис. 59. Насос масляный осевого вентилятора:

1 — корпус; 2 — вал; 3 — лопасть

Ведомый вал 10 выполнен за одно целое с шестерней. Он вращается в двух роликовых подшипниках 32317 (ГОСТ 8328—57). Осевую нагрузку ведомого вала воспринимает шариковый подшипник 317 (ГОСТ 8338—57). Все три подшипника посажены в общий стакан.

Смазка редуктора принудительная. От ведущего вала редуктора приводится во вращение масляный насос лопастного типа (рис. 59), вмонтированный в корпус вентилятора. Масло из картера редуктора через сетчатый фильтр по каналам в корпусе подается через сопла к подшипниковым узлам и шестерням. Уровень масла в картере определяется по щупу.

Вращение вентилятору передается через муфту, гибким элементом которой является резинокордовая оболочка.

Блок воздушных фильтров и его установка. Блок фильтров съемной конструкции представляет собой часть крыши кузова, в каркасе которой расположены кассеты фильтров. Через кассеты проходит воздух, засасываемый осевым вентилятором.

Каркас блока фильтров (рис. 60) представляет сварную алюминиевую конструкцию арочного типа. Крепление блока фильтров к каркасу кузова и поперечной балке кузова (рис. 61) представляет быстросъемную конструкцию, состоящую из поворачивающейся планки 1, оси 3, болта и конической шайбы 2. Блок фильтров крепится 22 болтами, при этом крепление с каждой поперечной балкой состоит из трех болтов, а крепление к каркасу кузова — из восьми болтов с каждой стороны локотива.

Блок фильтров поднимают за четыре рым-болта, расположенных на крыше. Масса блока фильтров 420 кг. По посадочным местам блок фильтров уплотнен губчатой резиной. Аналогичное уплотнение имеют и люки блока.

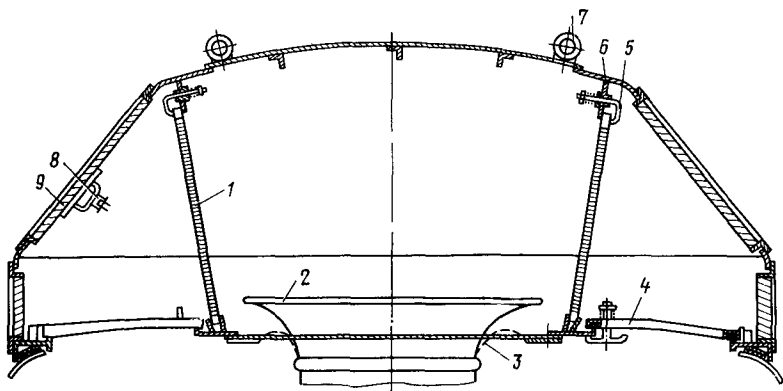


Рис. 60. Установка блока фильтров (поперечное сечение блока):
1 — кассета; 2 — диффузор; 3 — уплотнение; 4 — люк; 5 — скоба прижимная;
6 — каркас блока; 7 — рым; 8 — защелка; 9 — неподвижные жалюзи

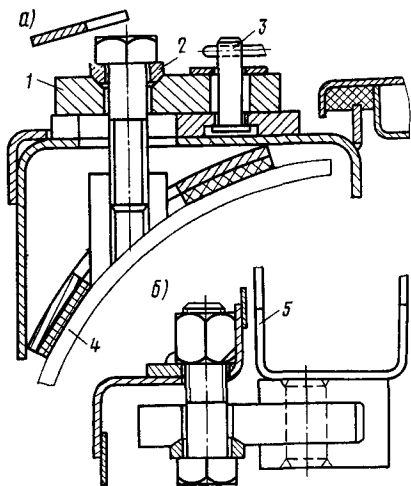


Рис. 61. Крепление блока фильтров к кузову:

а — к каркасу; *б* — к поперечной балке; *1* — планка поворачивающаяся; *2* — шайба коническая; *3* — ось; *4* — каркас кузова; *5* — поперечная балка кузова

кассет обеспечивает быструю постановку и выемку кассет из блока фильтров. Люки, через которые вставляют кассеты в блок фильтров, выполнены на петлях и открываются внутрь. Каждый люк в открытом состоянии фиксируется двумя пружинными защелками 8, расположенными на неподвижных жалюзи 9.

В случае непогоды (при сильном снегопаде или дожде) люки блока фильтров следует открывать, чтобы предотвратить возможное забивание кассет снегом и попадание воды в электрические машины с охлаждающим воздухом. При открытых люках большая часть воздуха будет забираться осевым вентилятором из внутреннего помещения тепловоза.

Диффузор 2 имеет крепление, расположенное во внутренней полости блока фильтров. Для монтажа крепления диффузора необходимо снять одну из кассет и производить работу через образовавшееся «окно». Диффузор при монтаже вставляют внутрь блока через специальное круглое отверстие. Зазор между диффузором и каркасом блока фильтров закрыт уплотнением 3, представляющим собой алюминиевый лист кольцевого сечения, к которому прикреплен парусиновый патрубков. Уплотнение прикреплено винтами к каркасу блока фильтров и хомутом к диффузору осевого вентилятора.

Каркас блока фильтров имеет нишу со стороны дизель-генератора, предназначенную для обслуживания и демонтажа регулятора дизеля.

Кассеты блока фильтров.

В блоке установлены 14 кассет, у одной из них высота меньше. Корпус кассеты (рис. 62) состоит из двух половин. К внутренней половине корпуса 1 прикреплена сетка 6 и приварена планка, поддерживающая сетку от прогиба при прохождении воздуха через кассету. Наружная половина корпуса 3 имеет уплотнение 2 из губчатой резины и две диагонально расположенные ручки 4.

Внутри корпуса кассеты находится набивка 7 из пенополиуретана, прошедшего химическую обработку для получения сквозной пористости и промасливание. Пенополиуретановая набивка представляет собой губчатое полотно, зажатое в кассете между двумя охранными сетками. Обе половины кассеты сболочены со вставленными внутрь них пенополиуретановой набивкой и сеткой 5.

Кроме того, на наружной половине корпуса сверху находятся две пары приваренных ограничителей 8 для скобы крепления кассеты в блоке фильтров.

В эксплуатации при каждом техническом осмотре тепловоза производят внешний осмотр кассет без выемки их из блока. При этом обращают внимание на крепление кассет, наличие повреждений наружных охранных сеток и поропластовой набивки. Повреждение последних не допускается. Замеченные дефекты устраняют (порванную набивку заменяют новой, для чего демонтируют кассету из блока фильтров и разбирают). Кассеты подвергают промывке через 16—20 тыс. км пробега тепловоза, но не более 400 ч работы дизеля (окончательно срок устанавливают в процессе эксплуатации). Для этого кассеты демонтируют с тепловоза, полностью разбирают, отдельно промывают металлические детали кассеты и набивку.

Промывка набивки из пенополиуретана заключается в чередовании циклов пропитки—отжимов. Число циклов устанавливают опытно и контролируют остаточной величиной сопротивления при продувках на аэродинамическом стенде. В качестве промывочной жидкости для кассет используют дизельное топливо или водяной раствор стиральных порошков с нейтральной резекцией.

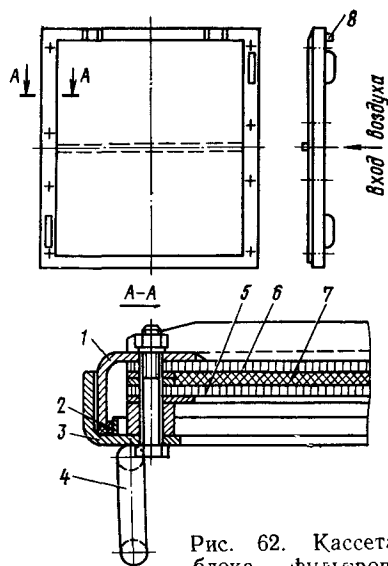


Рис. 62. Кассета блока фильтров:

1, 3 — корпуса (соответственно внутренняя и наружная половины); 2 — уплотнение; 4 — ручка; 5, 6 — сетки; 7 — набивка пенополиуретановая; 8 — ограничитель

Для повторной эксплуатации допускаются кассеты, поропласт которых не имеет сквозных раковин, разрывов и других механических повреждений, а аэродинамическое сопротивление поропласта при воздушной нагрузке $5000 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ должно быть в пределах $2\text{—}3,5 \text{ кгс}/\text{м}^2$ (для одного элемента толщиной 5 мм).

Сборку кассет с обязательным выполнением требований по промасливанию набивки из пенополиуретана перед постановкой ее в кассету. Промасливание состоит в погружении набивки в отработанное дизельное масло, последующем стекании и отжатии масла и продувки набивки на аэродинамическом стенде. Пригодная для постановки на тепловоз набивка должна слабо маслить чистые руки. При длительной стоянке или транспортировке тепловоза кассеты по фронту защищают плотной промасленной бумагой от попадания в них пыли.

Воздуховоды от осевого вентилятора к потребителям воздуха. Основные воздуховоды входят в сварную несущую конструкцию рамы тепловоза. Воздуховоды к тяговому генератору, выпрямительной установке и к каналам передней тележки, представляющие собой коробчатую форму сварной конструкции, прикреплены к раме болтами через резиновые прокладки, а к осевому вентилятору и тяговым электродвигателям — посредством парусиновых рукавов.

Необходимо обращать внимание на крепление парусиновое с двумя металлическими фланцами выпускного патрубка тягового генератора. Этот патрубок ставят и снимают вместе с дизель-генератором, к которому закрепляют его одним фланцем заранее на болтах. Вторым фланцем после постановки дизель-генератора его закрепляют четырьмя болтами к раме тепловоза снаружи из-под рамы тепловоза со стороны тележки. При демонтаже патрубок открепляют от рамы до подъема дизель-генератора.

При транспортировке в холодном состоянии или длительной стоянке в резерве тепловоза сечения каналов выхода воздуха тяговых двигателей и тягового генератора закрывают фанерой или картоном.

Уход и обслуживание осевого вентилятора. Объем и порядок работ при осмотрах и ремонтах осевого вентилятора и эластичной муфты изложен в инструкции по эксплуатации тепловоза, где указано, что первую его разборку производят на большом периодическом ремонте (ТРЗ) после 150 тыс. км пробега тепловоза. Поэтому не следует при эксплуатации без особой необходимости разбирать эти узлы.

В случае разборки и сборки вентилятора, особенно его подшипниковых узлов, необходимо соблюдать максимальную чистоту. Масляные каналы, вскрываемые при демонтаже, защищают от попадания посторонних предметов и грязи пробками или плотной бумагой. При вынужденном демонтаже вентиля-

тора или тягового генератора производят проверку соосности валов дизеля и осевого вентилятора. При нарушении их соосности следует вывернуть болты, крепящие вентилятор на раме тепловоза, и вновь произвести центровку.

Воздухоочиститель дизеля

Для защиты деталей цилиндро-поршневой группы двигателя от абразивного износа и увеличения срока их службы на тепловозе установлен воздухоочиститель. Наружный воздух, забираемый дизелем через жалюзи в стенках кузова, проходит через воздухоочиститель, освобождается от механических примесей и очищенным попадает в цилиндры дизеля. Качество работы воздухоочистителей оценивается коэффициентом пропуска, который представляет собой процентное отношение количества пропущенной пыли к общему количеству пыли, поступившей на очиститель с воздухом. Для воздухоочистителей тепловозных дизелей коэффициент пропуска должен быть не более 1,5—2% (ГОСТ 11729—66). Эффективность работы фильтрующих элементов (кассет) воздухоочистителя повышается за счет непрерывной подачи на них масла в процессе работы. Осуществить это можно двумя путями: разбрызгиванием масла энергией всасываемого воздушного потока или периодическим окунанием самого фильтра в масло (фильтр непрерывного действия).

Воздухоочиститель дизеля (рис. 63) двухступенчатый, непрерывного действия. Отличительная особенность его конструкции — в наличии двух ступеней очистки. При этом первая ступень имеет подвижную кассету, выполненную из набора гофрированных сеток, а вторая — неподвижную кассету, имеющую набивку из пенополиуретанового поропласта, химически обработанного для получения сквозной пористости (в отличие от принятой конструкции из набора гофрированных сеток).

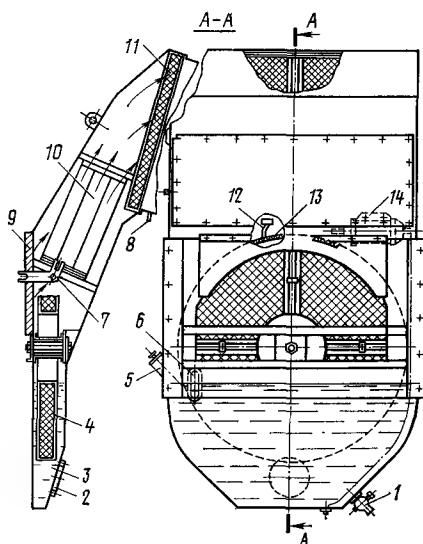


Рис 63 Воздухоочиститель дизеля

1 — кран для спуска конденсата, 2 — люк грязевой, 3 — ванна масляная; 4 — подвижная кассета (вращающийся диск), 5 — заправочная горловина; 6 — стекло масломерное, 7 — рукоятка привода жалюзи, 8 — штуцер дифманометра, 9, 10 — жалюзи наружные и внутренние, 11 — неподвижная кассета, 12 — собачка, 13 — зубчатая лента, 14 — цилиндр пневмопривода

Подвижная кассета 4 представляет собой вращающийся на оси диск, нижняя часть которого погружена в масляную ванну 3 воздухоочистителя. Внутри диска вставлены четыре секторобразные кассеты, заполненные металлической сеткой, гофрированной через одну. Таким образом, воздух, проходящий через верхнюю половину кассеты, всегда соприкасается со свежесмооченными маслом сетками. Вращение кассеты дает возможность смочить задержанную в ней пыль (она собирается на дне масляной ванны в виде осадка), что значительно повышает пылеемкость очистителя, практически не влияя на его гидравлическое сопротивление. По ободу колеса приварена металлическая зубчатая лента 13. Для заливки масла предусмотрена горловина 5, а для спуска масла и конденсата — кран 1. Грязь удаляют через люк 2 во время промывки и очистки корпуса.

Для контроля за уровнем масла предусмотрено масломерное стекло 6. Воздухоочиститель дизеля состоит из двух одинаковых частей, установленных на боковых стенках кузова, справа и слева от дизеля.

Принцип действия. Забор воздуха дизелем происходит через жалюзи, расположенные в боковых стенках кузова. Жалюзи служат для предотвращения забивания воздухоочистителей случайными предметами (листья, бумага и т. п.), а также для защиты их от прямого попадания дождя и снега. В случае сильного дождя или снега забор воздуха осуществляется из дизельного помещения, для чего жалюзи на наружных стенках кузова закрываются и открываются на боковой стенке корпуса воздухоочистителя. Жалюзи на кузове тепловоза и корпусе воздухоочистителя связаны между собой рычажной передачей и имеют ручной привод, рукоятка 7 которого расположена на корпусе воздухоочистителя; при открытии одних жалюзи другие закрываются. Подвижная кассета вращается со скоростями 0,5—1 об/ч при помощи пневматического сервомотора (цилиндра), установленного в корпусе воздухоочистителя.

Пневматический цилиндр (рис. 64) состоит из корпуса 1, закрытого с обеих сторон крышками 2 и 11. Крышка 2 имеет направляющий штифт 3, который фиксирует в определенном положении шток 4, совершающий возвратно-поступательное движение. На одном конце штока закреплена при помощи шайбы 12 и болта 9 манжета 13, составляющая вместе с указанными деталями поршень цилиндра. На другом конце штока укреплена собачка 6, которая прижимается к храповой (зубчатой) ленте колеса при помощи пружины 5. Перемещение поршня в правое положение осуществляется сжатым воздухом, который подается через штуцер 10 в полость между задней крышкой 11 и поршнем. Величина хода поршня может регулироваться втулкой 7. При отсутствии воздуха поршень вместе со штоком и собачкой перемещается в крайнее левое положение при помощи возвратной пружины 8.

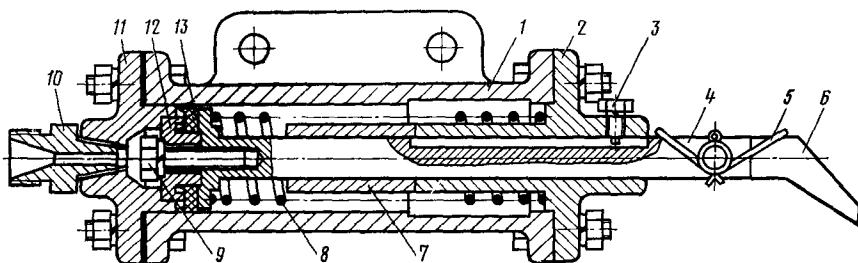


Рис 64 Цилиндр пневмопривода вращающейся кассеты воздухоочистителя.
1 — корпус; 2, 11 — крышки; 3 — направляющий штифт; 4 — шток; 5, 8 — пружины, 6 — собачка, 7 — втулка регулировочная, 9 — болт, 10 — штуцер, 12 — шайба, 13 — майжета

Воздушная полость цилиндра соединена с тормозной системой тепловоза через электропневматический вентиль ВВ-32Ш, который включает впуск и выпуск воздуха из цилиндра.

Схема привода подвижных кассет воздухоочистителя показана на рис. 65. Электрическая схема питания вентиля ВВ-32Ш выполнена так, что его включение совпадает с включением электропривода тормозного компрессора, а отключение — с выключением (питание вентиля ВВ-32Ш и регулятора давления АК-11Б тормозного компрессора осуществляется одновременно параллельными цепями). При возбужденном вентиле ВВ-32Ш сжатый воздух из цилиндров выпускается в атмосферу. При этом поршни под действием пружин возвращаются в исходное положение.

Колесо подвижной кассеты удерживается от обратного вращения собачкой 12 (см. рис. 63) холостого хода. При каждом цикле срабатывания регулятора давления АК-11Б повторяется аналогичный цикл срабатывания вентиля ВВ-32Ш. Один вентиль ВВ-32Ш обслуживает одновременно правый и левый воздухоочиститель.

Неподвижная кассета воздухоочистителя (рис. 66) состоит из передней и задней кассет. На рис. 66 изображена передняя кассета, которая отличается от задней наличием фланца 2 и ручки 1. Такая конструкция обеспечивает на тепловозе сокращение габарита, необходимого для выемки кассеты из воздухоочистителя, и облегчает ее промывку при обслуживании.

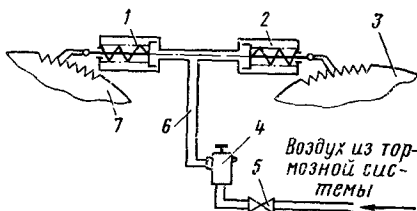


Рис 65. Схема привода подвижных кассет воздухоочистителя:

1, 2 — цилиндры левый и правый, 3, 7 — кассеты левая и правая, 4 — электропневматический вентиль ВВ-32Ш; 5 — кран; 6 — трубопровод воздуха

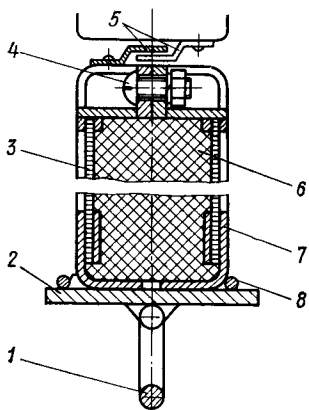


Рис 66 Неподвижная кассета воздухоочистителя:

1 — ручка; 2 — фланец, 3 — сетки охранные; 4 — болт, 5 — зацеп, 6 — набивка пенополиуретановая; 7 — корпус разъемный; 8 — резиновый шнур

Каждая часть неподвижной кассеты состоит из разъемного корпуса 7 сварноалюминиевой конструкции. Внутри корпуса находятся две охранные сетки 3 и два элемента набивки из пенополиуретана 6, предварительно обработанные для получения сквозной пористости. Половинки корпуса каждой кассеты соединены шестью болтами 4. Зацепами 5 переднюю и заднюю кассеты соединяют друг с другом перед постановкой в воздухоочиститель, чем обеспечивают вытаскивание задней кассеты из воздухоочистителя и уплотнение между ними. Закрепляют кассеты в воздухоочистителе двумя планками. Резиновым шнуром 8 создается уплотнение камеры размещения кассет в воздухоочистителе.

Обслуживание воздухоочистителя в эксплуатации

сводится к замене загрязненного масла и промывке кассет. Периодичность промывки воздухоочистителя определяется его предельно допустимым сопротивлением, замеренным непосредственно за второй по ходу воздуха ступенью. Замер сопротивления производят дифференциальным манометром, который подсоединяют резиновой трубкой к штуцеру 8 (см. рис. 63). Величина сопротивления 300 мм вод. ст. (при номинальной частоте вращения вала и нагрузке дизеля) считается предельной и указывает на то, что воздухоочиститель необходимо промыть.

В соответствии с рекомендациями ЦНИИ МПС промывку второй ступени (первую ступень промывают по инструкции тепловоза 2ТЭ10Л) воздухоочистителя с пенополиуретановой набивкой производят в следующие сроки: с марта по октябрь (через 25 тыс. км пробега локомотива) и с октября по март (через 50 тыс. км пробега локомотива). Промывку набивки из пенополиуретана производят после разборки кассеты, которая заключается в чередовании циклов пропитки и отжима. Число циклов устанавливают опытным путем и контролируют остаточной величиной сопротивления при продувках на аэродинамическом стенде. В качестве промывочной жидкости используют дизельное топливо или водный раствор стирального порошка с нейтральной ресекцией.

Для повторной эксплуатации допускается пенополиуретановая набивка, прошедшая промывку, просушку от промывочной жидкости и промасливание, а также имеющая сопротивление при воздушной нагрузке $5000 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ в пределах

5,5—7,0 кгс/м² для толщины 20 мм и без разрывов и других механических повреждений.

Набивку из поропласа промасливают в соответствии с принятой технологией в системе тепловозного хозяйства МПС для сетчатых кассет воздухоочистителей дизелей. Поропластовую набивку кассеты, не удовлетворяющую указанным требованиям, заменяют новой.

Большой опыт по применению поропластовой набивки во второй ступени воздухоочистителей имеет тепловозное депо Ашхабад, где налажено не только эксплуатационное обслуживание воздухоочистителей, но и изготовление (химическая обработка для получения сквозной пористости) новой набивки из пенополиуретана. Исходным материалом для получения такой набивки служит поропласт закрыто-пористый ППУ-Э-40-0,8 с объемным весом 38—40 кг/м³ (МРТУ 6-05-1150—68).

Глушитель шума

Отработавшие в цилиндрах дизеля газы выходят по выпускным коллекторам через турбокомпрессор в атмосферу. Высокие уровни шума и вибрации дизелей тепловозов оказывают отрицательное воздействие на здоровье обслуживающего персонала и людей, работающих или проживающих вблизи железных дорог. Наиболее эффективным и распространенным способом снижения шума является установка глушителя на выпуске дизеля.

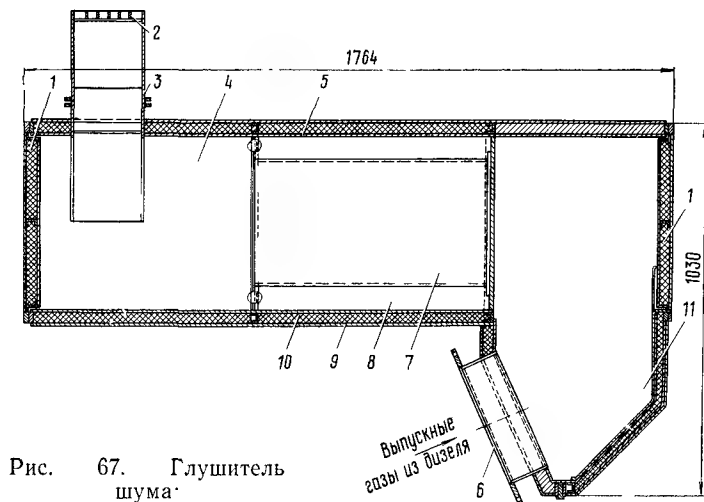


Рис. 67. Глушитель шума

1 — крышка, 2 — решетка, 3 — выпускной патрубок, 4, 11 — расширительные камеры, 5 — корпус, 6 — входной патрубок, 7 — трубы перфорированные, 8 — резонансная камера, 9 — обшивка, 10 — теплозвукоизоляция

Глушитель (рис. 67) комбинированного типа состоит из корпуса 5, образующего две расширительные камеры 4 и резонансную камеру 8 с двумя перфорированными трубами 7. Каждая камера обладает определенными глушащими свойствами.

Корпус 5 теплозвукоизолирован. В качестве изоляции использовано супертонкое базальтовое волокно, обладающее малым удельным весом. Масса глушителя составляет 320 кг, объем 0,98 м³. Расчетная величина гидравлического сопротивления глушителя составила 404 мм вод. ст.

Акустические испытания тепловоза показали, что уровень шума в кабинах машиниста находится ниже нормировочной кривой 75 (ОСТ 24—04.001) практически на всем диапазоне регламентируемых частот. Глушитель снижает уровень шума на 10—12 дБ в диапазоне частот от 63 до 1000 Гц при наибольшей эффективности в зоне 500 Гц. Гидравлическое сопротивление глушителя не превышает расчетной величины.

Противопожарная установка

Противопожарное оборудование тепловоза состоит из воздухопленной установки, переносных огнетушителей и системы автоматической пожарной сигнализации для обнаружения пожара и сигнализации об этом звуковыми и световыми сигналами локомотивной бригаде.

Система автоматической сигнализации состоит из пожарных извещателей, реагирующих на повышение температуры в местах их установки, приемной станции и сигнальной аппаратуры. Схема построена на срабатывании извещателей с точностью до $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Извещатели расположены в дизельном помещении и в высоковольтной камере. Средством сигнализации служат сигнальные лампы, указывающие на место пожара. Одновременно с загоранием сигнальной лампы включается звуковой сигнал, в качестве которого используется зуммер боксования.

Противопожарная установка (рис. 68) состоит из резервуара 2 для огнегасящей жидкости, генератора высокочастотной пены 7 с гибкими шлангами 10, кранов на воздушном и гидравлическом трубопроводах 8 и 9 и других элементов. Гибкие шланги 10 с генераторами (смесителями пены) уложены в ящики 4, расположенные в каждом тамбуре.

Установка имеет два поста, действующих при пожаре раздельно или одновременно.

Технические характеристики противопожарной установки

Тип установки

воздушнопенная с генераторами высокочастотной пены

Количество постов управления

2

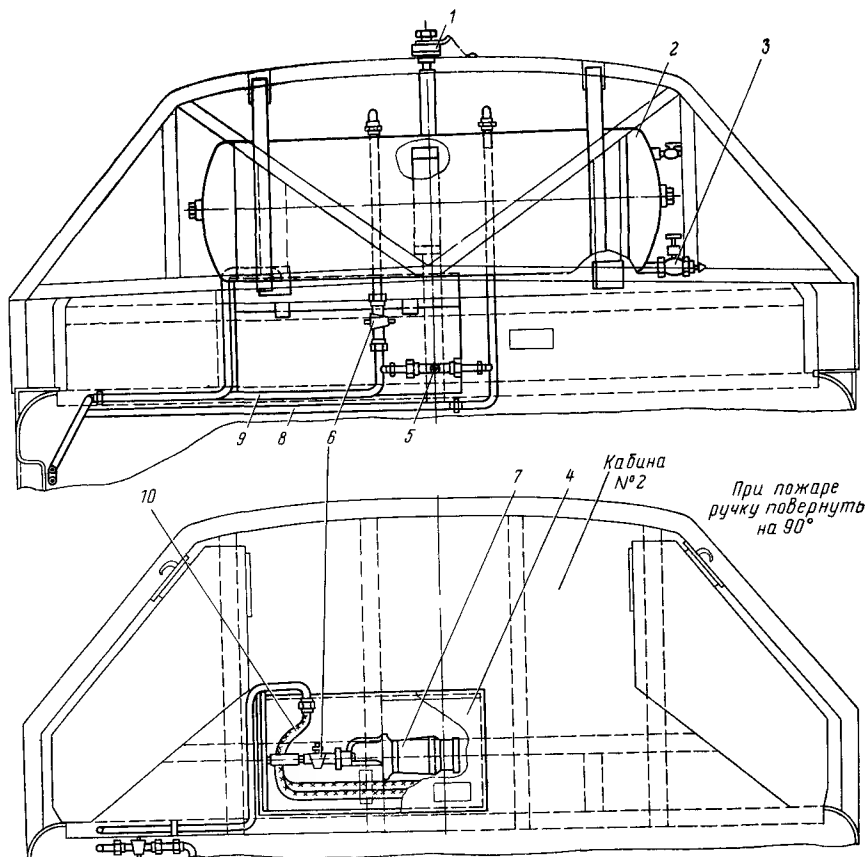


Рис. 68. Расположение противопожарной установки на тепловозе:

1 — горловина заправочная; 2 — резервуар; 3 — кран спускной; 4 — ящик; 5 — кран для продувки; 6 — кран разобщительный; 7 — генератор высокочастотной пены; 8, 9 — трубопроводы; 10 — шланги гибкие

Объем резервуара для огнегасящей жидкости, л 290

Состав огнегасительного раствора по компонентам, л:

пенообразователь ПО-1 (ГОСТ 6948—70) 11,6

вода 270

Кратность выхода пены, не менее 80

Объем пены (при кратности 80), м³ 22,4

Давление воздуха, кгс/см² 7,5—8,5

Управление установкой ручное

Масса установки в рабочем состоянии, кг 484,6

Время действия установки, мин 6—7

Пуск установки (рис. 69) осуществляют одним из разобщи-
тельных кранов 2. Открытием одного или двух кранов можно
производить тушение огня одновременно с двух постов. При от-
крытии разобщительного крана воздух из главных воздушных
резервуаров тормозной системы поступает в резервуар 9 и ге-
нератор пены 1. Под давлением воздуха $8,5 \text{ кг/см}^2$ раствор
поступает по трубопроводам и шлангам в генератор, где обра-
зуется пена, струя которой направляется на горящие предме-
ты. Пена по своему составу безвредна и не оказывает никако-
го воздействия на одежду и кожу человека.

Установку заряжают через горловину резервуара сначала
водой, а затем пенообразователем. Для нормальной работы
установки в резервуаре при зарядке должно оставаться воз-
душное пространство. Не допускается попадание в раствор
нефтепродуктов. После зарядки установки разобщительные
краны и спускной кран 8 пломбируют в закрытом состоянии.
При приемке тепловоза бригада обязана убедиться в наличии
пломб, а также проверить, закрыты ли краны, за исключением
крана продувки воздушной магистрали. Проверить уровень ра-
створа в резервуаре, который должен находиться не ниже ниж-
ней риски шупа, установленного в пробке заливочной горло-
вины. В противном случае резервуар необходимо дополнить
раствором, а при обнаружении утечки — устранить ее.

На каждом малом периодическом ремонте тепловоза про-
веряют наличие раствора пенообразователя в резервуаре, со-
стояние гибких шлангов и соединений, а также состояние сеток
и пробковых кранов смесителей. Поврежденные шланги следу-
ет заменить, а соединение исправить. Ручки смесителя должны
быть в закрытом положении.

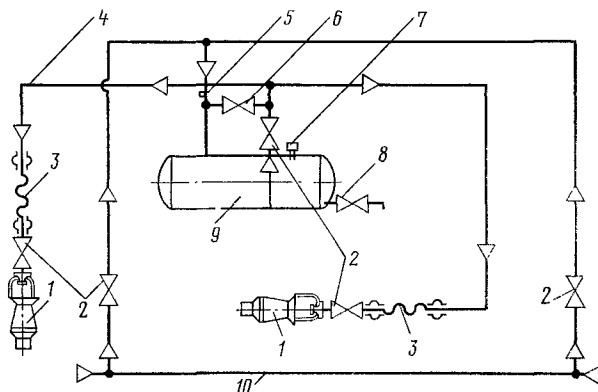


Рис. 69. Схема работы противопожарной установки

1 — генератор (смеситель), 2 — кран разобщительный, 3 — шланг, 4 — трубопро-
воды, 5 — бонка для прохода воздуха, 6 — кран для продувки, 7 — горловина, 8 — спу-
сканой кран; 9 — резервуар; 10 — питательная магистраль

На каждом большом периодическом ремонте проверяют работу установки с определением кратности выхода пены. Для этого открывают разобщительные краны, повертывают ручку смесителя до упора в рабочее положение и заполняют любую емкость пеной. После отстоя замеряют объем жидкости. Отношение объема, занимаемого пеной, к объему жидкости является кратностью выхода пены, которая должна быть не менее 80. Если кратность ниже, проверяют состояние сеток смесителя, которые должны быть прочно натянуты и чистыми.

Установку испытывают с обоих постов. После испытания выпускают из нее полностью раствор, промывают горячей водой, продувают воздухом, затем заправляют резервуары. Во всех случаях слива воды из водяной системы тепловоза (при постановке в запас или ремонт, транспортировке в холодном состоянии и т. п.) необходимо слить раствор, промыть установку также горячей водой и продуть сжатым воздухом.

При возникновении пожара для приведения в действие противопожарной установки необходимо остановить дизель, закрыть комбинированный кран, открыть разобщительные краны, взять смеситель и, направив его на горящие объекты, повернуть на нем ручку до упора. При быстром распространении огня и в случае наличия в головной части поезда наливных и разрядных грузов перекрыть концевые краны, разъединить соединительные рукава, отцепить тепловоз и отъехать на расстояние, обеспечивающее невозможность переброса огня. После ликвидации пожара закрыть разобщительные краны на отработавших установках, привести их в первоначальное состояние и принять меры к выводу состава с перегона согласно ПТЭ.

Приводы вспомогательных агрегатов

Привод тормозного компрессора типа ПК-5,25 приводится от электродвигателя постоянного тока ЭКТ-3 посредством втулочно-пальцевой муфты 2 (рис. 70), состоящей из полумуфт 10 и 13, изготовленных из стали 40. Их конусные посадочные поверхности (1:10) проверяют калибрами, согласованными с соответствующими конусными хвостовиками валов электродвигателя и тормозного компрессора. Прилегание по краске должно быть равномерным и составлять не менее 75% сопрягаемой поверхности.

Упругим элементом муфты являются шесть резиновых втулок 11. Шесть ведущих пальцев 12, изготовленных из стали 45, имеют конусную часть в месте соединения с полумуфтой 10. Сопрягаемые конусные поверхности пальца и полумуфты также проверяют калибрами. Прилегание по краске не менее 75%. В собранном положении пальцы не должны отличаться между собой по длине подвтулочной части больше чем на 0,6 мм.

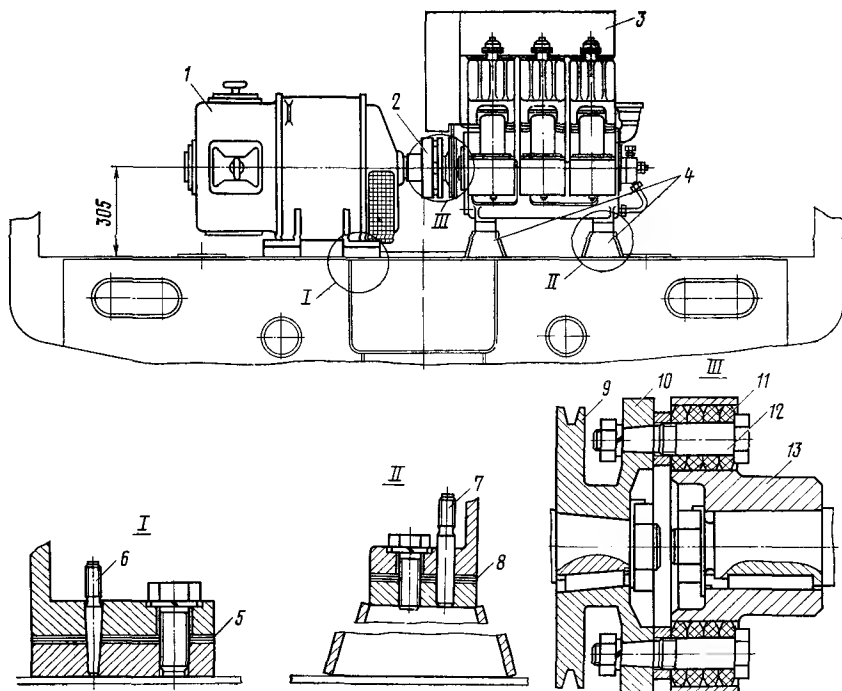


Рис. 70. Привод тормозного компрессора:

1 — электродвигатель; 2 — муфта; 3 — компрессор; 4 — опоры; 5, 8 — регулировочные прокладки; 6, 7 — контрольные штифты; 9 — клиноременный привод вентилятора; 10, 13 — полумуфты; 11 — втулка упругая; 12 — палец

Комплект пальцев, упругих втулок, собранных с полумуфтой 13, должен свободно входить в полумуфту 10 при различном взаимном положении. Полумуфта 10 имеет фланец, выполненный в виде шкива для привода 9 вентилятора компрессора.

Компрессор устанавливают на специальные опоры 4, приваренные к шкворневой балке. Перед окончательной установкой компрессора последний центрируют относительно электродвигателя. Для центровки предусмотрены прокладки 5 и 8 толщиной 0,5—1 мм, но не более 4 шт. под каждый агрегат. При центровке допускаются смещение и излом осей валов соответственно не более 0,2 и 0,3 мм на радиусе 150 мм. После центровки положение компрессора и электродвигателя фиксируется коническими штифтами 6 и 7.

Привод скоростемера (рис. 71). В обеих кабинах тепловоза на специальном кронштейне пульта управления установлены скоростемеры 1 типа СЛ-2М. Привод к ним осуществляется от крайних (первой и шестой) осей тележек.

К крышке правой буксы (по ходу тепловоза) прикреплен червячный редуктор 8, приводящийся от оси при помощи вали-

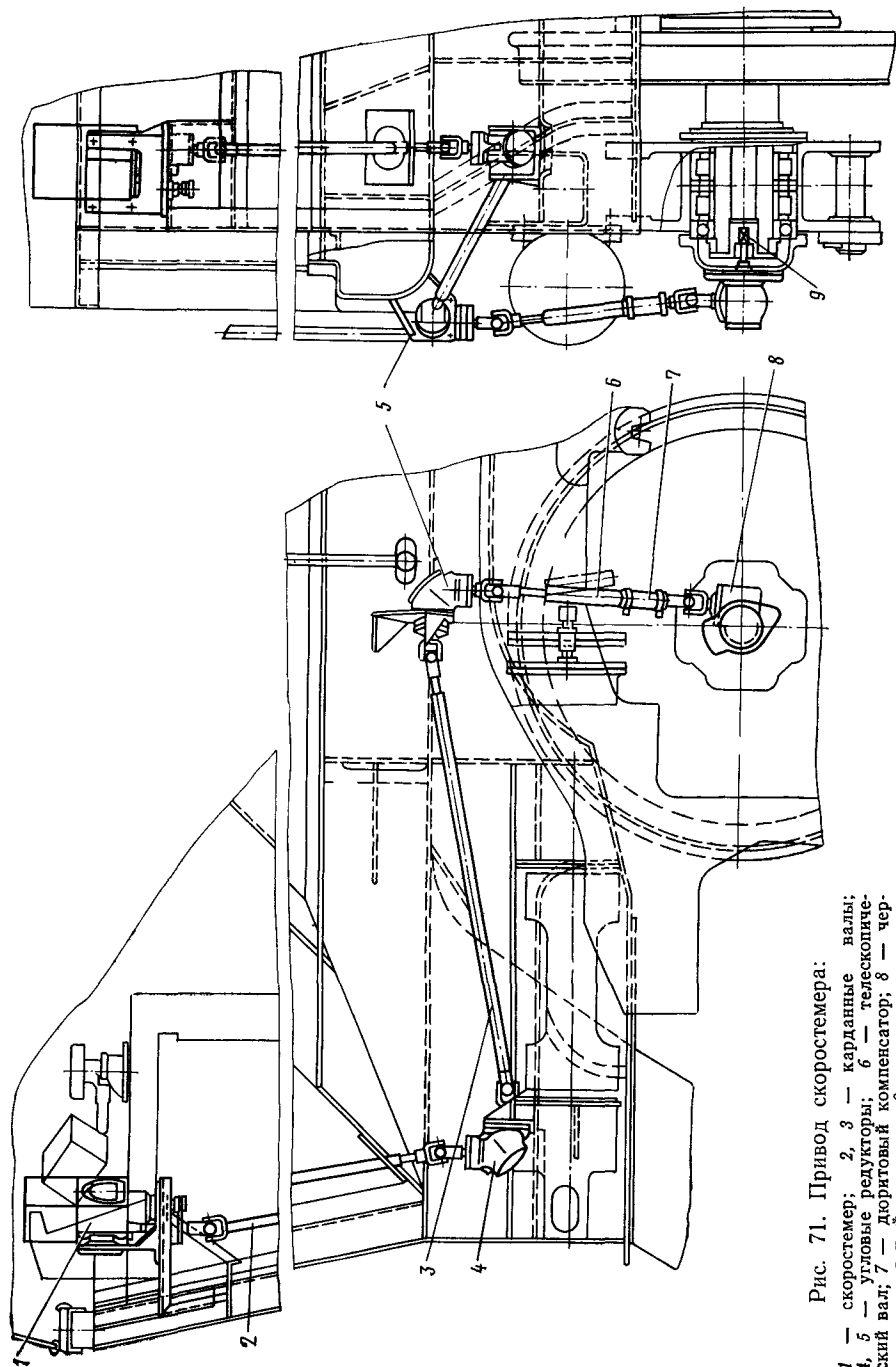


Рис. 71. Привод спидометра:

1 — спидометр; 2, 3 — карданные валы; 4, 5 — угловые редукторы; 6 — телескопический вал; 7 — дюритовый компенсатор; 8 — червячный редуктор; 9 — вал

ка 9, соединенного через шарнир и обгонную муфту с червяком. Телескопический вал 6, соединенный через шарнир с валом червячной шестерни, передает вращение промежуточным угловым (коническим) редукторам 4 и 5. От первого углового редуктора ко второму и от него к скоростемеру вращение передается карданными валами 2 и 3. Дюритовый компенсатор 7, соединяющий телескопический вал 6 с его вилкой, предохраняет привод от толчков и вибраций, передаваемых от колесной пары.

Скоростемер СЛ-2М показывает и регистрирует скорость тепловоза от 5 до 150 км/ч с точностью ± 2 км/ч. Частота вращения ведущего валика скоростемера при скорости тепловоза 150 км/ч — 15 об/мин. Загоранием электрической лампочки показывается достижение предела скорости.

На диаграммной ленте фиксируются путь пробега локомотива в километрах, скорость движения, суточное время в часах и минутах, расстояние пробега и длительность остановки (до 24 ч), направление движения, характер и продолжительность торможения, включение и выключение автостопа, прекращение питания катушки автостопа.

Червячный редуктор (рис. 72) привода скоростемера с передаточным числом 1:10,5 прикреплен к крышке буксы тремя болтами М16. В корпусе редуктора, отлитого из чугуна, вращается в однорядных шариковых подшипниках 205 червяк 5 и червячное колесо 2. Червяк изготовлен из стали марки 38ХС (ГОСТ 4543—71) с последующей термообработкой до твердости *HV* 255÷302. Вал червячного колеса изготовлен из стали марки 45 (ГОСТ 1050—74). На конце червяка штифтом 9 закреплен валик 11, квадратный хвостовик которого вставлен во втулку 10, соединенную с осью колесной пары. Для уменьшения износа и увеличения срока службы редуктора, скоростемера и его привода между червяком 5 и валиком 11 вмонтирован специальный отключатель привода (обгонная муфта 4). Отключатель привода состоит из ступицы 8, выполненной в виде храпового колеса с четырьмя зубцами, обоймы 6 и четырех роликов 7 (по числу зубцов). Ступица и обойма соединены при помощи штифтов 3 и 9 соответственно с четырехгранным валиком 11 и хвостовиком червяка 5.

Отключатель привода скоростемера работает следующим образом.

При движении тепловоза передней кабиной привод скоростемера включен, так как ролик заклинивается между ступицей и обоймой и передает вращение от валика 11 к червяку (см. рис. 72, I). В то же время привод скоростемера задней кабины отключен (см. рис. 72, II), так как при обратном вращении ступицы ролик не заклинивается и вращение от ступицы к червяку не передается. При движении тепловоза задней кабиной соответственно отключается скоростемер передней кабины.

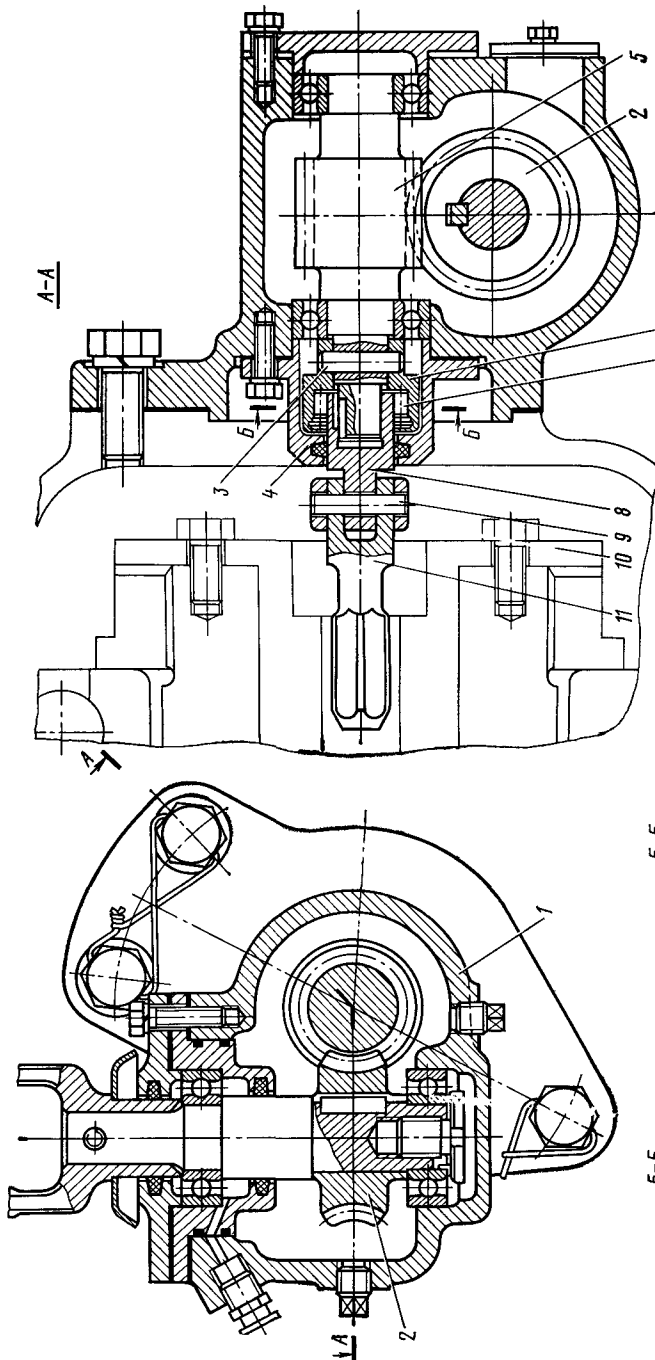
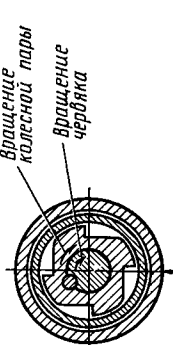


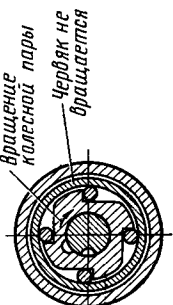
Рис. 72. Червячный редуктор:

1 — корпус редуктора; 2 — червячное колесо; 3, 9 — штифты; 4 — обгонная муфта; 5 — червяк; 6 — обойма; 7 — ролик; 8 — ступица; 10 — втулка; 11 — вал.

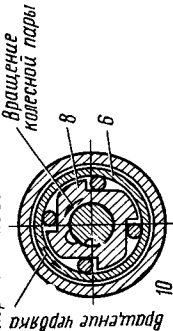
III. Включение привода скорости задней кабины (при необходимости)



II. Положение отключателя привода скорости задней кабины локомотива



I. Положение отключателя привода скорости передней кабины локомотива



При необходимости одновременного включения скоростемеров обеих кабин (при движении передней кабиной) следует соединить при помощи ролика 7 (см. рис. 72, III) напрямую ступицу и хвостовик червяка.

В корпус червячного редуктора заливают автотракторное масло АК-10 или АСП-10 (ГОСТ 1862—63). Полости в корпусе подшипников заполняют смазкой ЖРО (ТУ 32 ЦТ-520—73). Шарнирные звенья карданов также заполняют смазкой ЖРО. При профилактическом осмотре проверяется уровень смазки, который должен быть у червячного редуктора не менее 5 мм от кромки заливочного отверстия. В телескопические и карданные валы добавляют 30—40 г смазки, а в каждую масленку шарниров по 5—10 г смазки. В промежуточные конические редукторы смазку добавляют через один профилактический осмотр.

Валопровод от дизель-генератора к редуктору гидронасосов (рис. 73). Напрессованный на вал дизеля фланец 14 соединен с фланцем шлицевого вала 11 посредством двадцати двух упругих дисков 5 толщиной 0,5 мм из стали марки 30ХГСА-Ш (ГОСТ 1542—71), которые образуют вместе пластинчатую муфту. Аналогичным образом соединен фланец 3 на валу редуктора гидронасосов со шлицевым фланцем 11 валопровода. Фланцы и другие диски соединены шестью болтами 4, которые ставятся с натягом 0,01 мм, обеспечиваемым подбором болтов. Фланец 10 и вал 11 образуют шлицевое соединение. Заедания в шлицевом валу не допускаются. Шлицы сопрягаемых деталей закаляют током высокой частоты.

Собранный валопровод перед постановкой на тепловоз балансируют динамически. Допустимый небаланс 60 гсм на каждом конце. Полость должна быть заполнена смазкой ЖРО (ТУ 32 ЦТ-520—73).

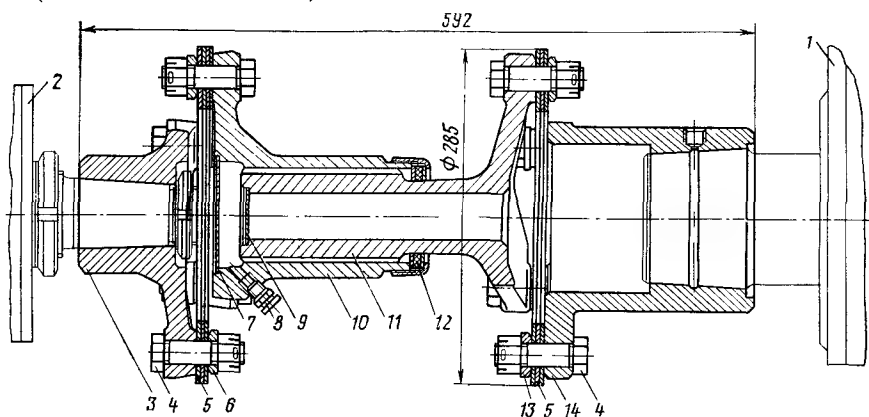


Рис. 73. Валопровод от дизеля к редуктору гидронасосов:

1 — дизель-генератор; 2 — редуктор гидронасосов; 3, 10, 14 — фланцы; 4 — болт; 5 — диск; 6, 13 — шайбы; 7, 9 — заглушки; 8 — пресс-масленка; 11 — шлицевой фланец (вал); 12 — сальник

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЗА

Принципиальная схема и основные характеристики
электрической передачи

Силовые цепи. Для тепловоза ТЭП70 научно-исследовательским институтом завода «Электротяжмаш» разработана электрическая передача переменного-постоянного тока, имеющая существенные преимущества по сравнению с передачей постоянного тока, применяемой на тепловозах ТЭП60. Известно, что генераторы постоянного тока тепловозов мощностью 3000 л. с. в секции имеют недостаточную эксплуатационную надежность. Исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, показали также, что для более мощных тепловозов невозможно создать надежно работающий генератор постоянного тока с требуемыми параметрами (частота вращения, габариты, масса и др.). Кроме того, при равной мощности суммарная масса генератора переменного тока и выпрямительной установки меньше массы генератора постоянного тока, а эксплуатационная надежность значительно выше.

Положительный опыт эксплуатации тепловозов ТЭ109, где впервые в нашей стране была применена передача переменного-постоянного тока, подтвердил целесообразность широкого внедрения этой передачи. Применительно к передаче переменного-постоянного тока НИИ завода «Электротяжмаш» была создана новая система автоматического регулирования возбуждения тягового генератора, имеющая определенные преимущества по сравнению с системой регулирования тепловозов ТЭП60, 2ТЭ10Л и др. Кроме новой электропередачи и системы автоматического регулирования, на тепловозе ТЭП70 по сравнению с тепловозом ТЭП60 автоматизировано большее число процессов управления, установлены приборы для отыскания неисправностей в электрических цепях, улучшено освещение приборов на пульте машиниста и общее освещение, сделано более удобным управление локомотивом при маневрах и др.

Электрическая передача тепловоза состоит из синхронного генератора переменного тока G (рис. 74) типа ГС-504А, приводимого непосредственно от дизеля, выпрямительной установки ВУ типа УВКТ-5 и шести тяговых электродвигателей постоянного тока последовательного возбуждения ЭТ1—ЭТ6 типа ЭД-119. Напряжение на клеммах выпрямительной установки

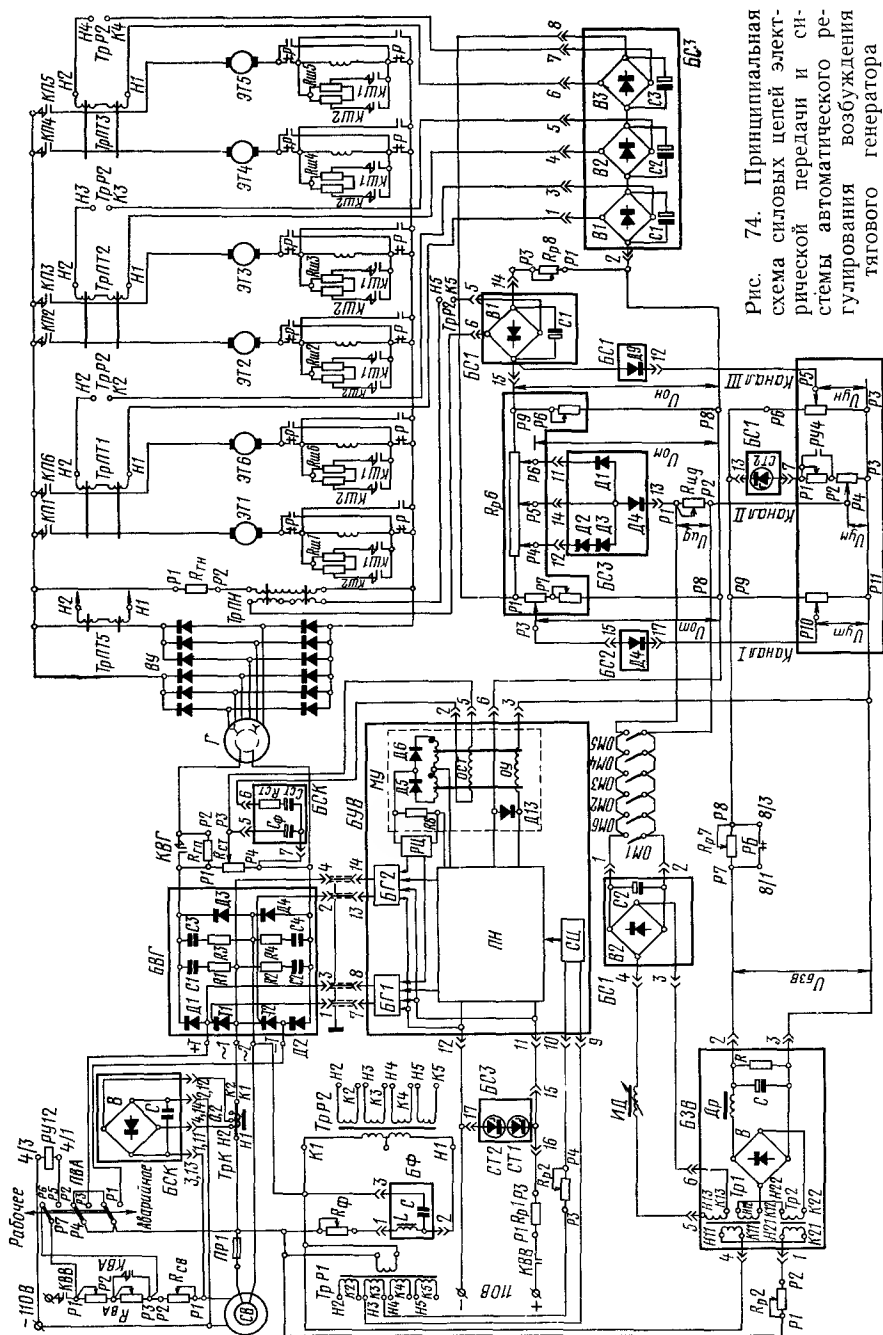


Рис. 74. Принципиальная схема силовых цепей электрической передачи и системы автоматического регулирования возбуждения тягового генератора

пульсирующее, т. е., кроме постоянной составляющей, содержит спектр высших гармонических. Возникающие в связи с этим пульсации тока в силовой цепи могут неблагоприятно повлиять на коммутацию и к. п. д. тяговых электродвигателей. Для уменьшения амплитуды пульсаций и увеличения их частоты синхронный генератор выполнен с шестифазной статорной обмоткой, соединенной в две звезды со сдвигом 30° . Каждая звезда генератора подключена к отдельному трехфазному выпрямительному мосту. На стороне выпрямленного тока мосты соединены параллельно. В результате получается эквивалентная двенадцатифазная схема выпрямления, при которой в цепи тяговых электродвигателей протекают только 12, 24 и т. д. гармонические тока, имеющие небольшую амплитуду, что практически не оказывает отрицательного влияния на коммутацию и к. п. д. тяговых электродвигателей.

Для получения требуемого диапазона изменения вращающего момента и частоты вращения тяговых электродвигателей, т. е. заданной тяговой характеристики тепловоза, предусмотрено регулирование тока возбуждения (напряжения) тягового генератора при помощи специальной системы автоматического регулирования и ступенчатое ослабление возбуждения тяговых электродвигателей. Ослабление возбуждения осуществляют в две ступени (62 и 38%) при помощи шунтирующих резисторов $R_{ш1}—R_{ш6}$ и групповых электропневматических контакторов $KШ1$ и $KШ2$. Для коммутации силовых цепей служат электропневматические поездные контакторы $KП1—KП6$. Направление движения тепловоза изменяют путем изменения направления тока в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей при помощи группового электропневматического переключателя (реверсора) P .

Система автоматического регулирования возбуждения генератора (САР) поддерживает постоянной нагрузку (мощность) дизеля при каждой фиксированной частоте вращения его вала (позиции контроллера машиниста) путем регулирования тока возбуждения (напряжения) тягового генератора, ограничивает максимальные значения напряжения и тока тягового генератора, изменяет величину ограничения максимального (пускового) тока в зависимости от частоты вращения вала дизеля по заданной характеристике, обеспечивающей наиболее благоприятное расположение пусковых характеристик тепловоза, и изменяет величину нагрузки (мощности) дизеля в зависимости от частоты вращения в соответствии с характеристикой, обеспечивающей минимальные удельные расходы топлива.

Выполнение перечисленных функций сводится к получению определенного вида внешних (зависимость напряжения U_r от тока I_r) и нагрузочной (зависимость мощности P_r от частоты вращения вала дизеля n_d) характеристик тягового генератора. В зависимости от климатических условий и режима работы

дизель-генераторной установки изменяется величина мощности, расходуемой на привод вспомогательных агрегатов (вентиляторов охлаждающего устройства дизеля, вентилятора системы централизованного воздухообеспечения, возбудителя и др.). Кроме того, мощность на валу дизеля зависит от климатических условий и температуры топлива. Следовательно, величину мощности, которая снимается с клемм тягового генератора, необходимо корректировать в соответствии с изменением свободной мощности дизеля. Для этой цели предусмотрено воздействие регулятора дизеля на *САР* генератора, которое осуществляют при помощи индуктивного датчика *ИД*, подвижной сердечник которого связан с сервомотором регулятора дизеля. Узел, обеспечивающий корректирование мощности генератора, называют объединенным регулятором мощности. Описание его дано в гл. II. Объединенный регулятор мощности компенсирует также погрешности в работе *САР* при поддержании заданного уровня мощности.

В качестве возбудителя *СВ* в *САР* использован синхронный однофазный генератор типа ВС-650В. Обмотка возбуждения *СВ*, расположенная на статоре, подключена к источнику постоянного напряжения 110 В через регулируемый резистор $R_{св}$ и контакты контактора *КВВ*. От обмотки переменного тока *СВ*, расположенной на роторе, получают питание блок возбуждения тягового генератора *БВГ*, блок задания *БЗВ* и распределительные трансформаторы *ТрР1* и *ТрР2*, от которых в свою очередь получают питание различные элементы *САР*.

Цепь возбуждения генератора коммутируют контактором *КВГ*. Чтобы уменьшить величину перенапряжения на обмотке возбуждения при разрыве цепи и защитить контакты *КВГ* от повреждения электрической дугой, параллельно им включен резистор $R_{гп}$. Быстродействующий плавкий предохранитель *РР1* защищает возбудитель от токов короткого замыкания. Напряжение возбудителя при увеличении тока нагрузки резко падает, что объясняется действием реакции якоря и значительным падением напряжения в индуктивном сопротивлении обмотки ротора. Это ухудшает работу элементов *САР*, требующих примерно постоянного отношения величины напряжения питания к частоте, и затрудняет получение больших величин тока возбуждения генератора, необходимых в режимах трогания и разгона тепловоза. Для устранения этого недостатка установлен узел коррекции напряжения возбудителя, состоящий из выпрямительного моста *В*, сглаживающего конденсатора *С*, входящих в блок *БСК*, трансформатора тока *ТрК*. Ток на выходе трансформатора *ТрК*, пропорциональный току нагрузки возбудителя, выпрямляется мостом *В* и поступает в обмотку возбуждения возбудителя. Ток в обмотке возбуждения равен сумме токов, протекающих от источника 110 В и узла коррекции. Параметры узла коррекции выбраны такими, что по

мере роста тока нагрузки ток возбуждения увеличивается таким образом, что величина напряжения возбудителя поддерживается примерно постоянной. При номинальной частоте вращения вала дизеля (1000 об/мин) напряжение возбудителя устанавливают равным 250 ± 10 В.

Ток возбуждения тягового генератора регулируется тиристорным усилителем (блок БВГ типа БВК-1012). Усилитель выполнен в виде полууправляемого выпрямительного моста, в два плеча которого включены тиристоры $T1$ и $T2$, а в два других плеча — неуправляемые кремниевые диоды $D3$ и $D4$. Назначение диодов $D1$ и $D2$ будет описано ниже при рассмотрении схемы возбуждения генератора в аварийном режиме. Для защиты от перенапряжений плечи моста шунтированы цепочками $R1-C1-R4-C4$. Управление тиристорами осуществляется от блока управления выпрямителем БУВ, который генерирует импульсы управления, открывающие в определенные моменты времени тиристоры. От возбудителя на вход усилителя подается переменное напряжение $U_{св}$ (рис. 75). С выхода усилителя на обмотку возбуждения генератора поступает пульсирующее напряжение U_v , среднее значение которого регулируется изменением моментов подачи на тиристоры управляющих импульсов. Регулируя при помощи БУВ угол отпирания тиристоров α от 180° до некоторого близкого к 0° значения, можно изменять ток возбуждения i_v генератора G от нуля до максимальной величины. Несмотря на то что напряжение U_v пульсирующее, ток i_v сглажен благодаря большой величине индуктивности обмотки возбуждения генератора.

Рассмотрим некоторые особенности работы тиристорного усилителя. Обозначим i_{T1} , i_{T2} — анодные токи тиристоров $T1$ и $T2$;

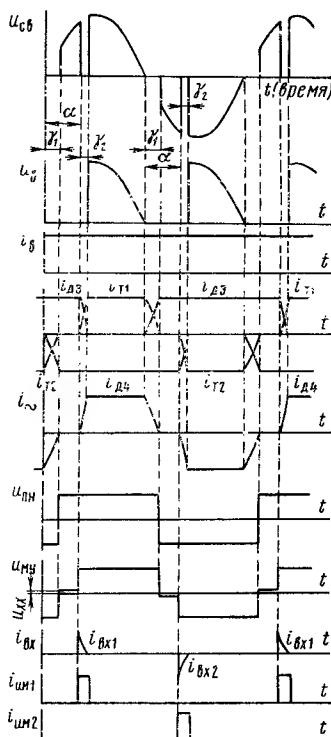


Рис. 75. Диаграммы изменения напряжения возбудителя $U_{св}$, напряжения на обмотке возбуждения тягового генератора U_v ; тока возбуждения тягового генератора i_v ; токов в плечах выпрямительного моста i_{T1} , i_{T2} , i_{D3} , i_{D4} ; тока, поступающего от возбудителя, $i_{\sim}$; напряжения на выходе преобразователя напряжения $u_{пп}$; напряжения на выходе магнитного усилителя $u_{му}$; входных токов $i_{вх1}$, $i_{вх2}$, блокинг-генераторов БГ1 и БГ2; токов управления тиристорами $i_{шт1}$, $i_{шт2}$

$i_{д3}$, $i_{д4}$ — токи диодов $D3$ и $D4$; $i_{\sim}$ — ток, поступающий от возбудителя. Предположим, что к тиристорному усилителю приложена положительная полуволна питающего напряжения $U_{св}$. До тех пор, пока на тиристор $T1$ не подан от блока $БУВ$ управляющий импульс, напряжение $U_{в}$ на обмотке возбуждения генератора G равно нулю. После подачи управляющего импульса в момент времени, характеризуемый углом отпирания α , тиристор $T1$ открывается и в обмотку возбуждения генератора начинает протекать ток от возбудителя $СВ$ по цепи: клемма « ~ 1 », тиристор $T1$, диод $D1$, контакт $КВГ$, обмотка возбуждения генератора G , диод $D4$, клемма « ~ 2 ». Из-за индуктивности обмотки возбудителя токи $i_{\sim}$ и $i_{т1}$ нарастают не мгновенно, а в течение периода времени, характеризующего углом коммутации γ_2 . В дальнейшем до конца положительного полупериода к обмотке возбуждения приложено напряжение $U_{в} \approx U_{св}$ и протекает ток $i_{в} = i_{\sim} = i_{т1} = i_{д4}$. По этой же причине (индуктивность обмотки возбудителя) в конце положительного полупериода $U_{св}$ токи $i_{т1}$ и $i_{\sim}$ не уменьшаются до нуля, а протекают еще некоторый промежуток времени, характеризуемый углом коммутации γ_1 , в отрицательный полупериод. Соответственно в начале положительного полупериода $U_{св}$ в течение интервала γ_1 протекают токи $i_{\sim}$ и $i_{т2}$, проходившие в предыдущий отрицательный полупериод через тиристор $T2$.

После запираания тиристора $T1$ (отрицательный полупериод $U_{св}$) в интервале $(\alpha - \gamma_1)$ заперты оба тиристора, а ток $i_{\sim} = 0$. Затем от блока $БУВ$ поступает управляющий импульс на тиристор $T2$ (угол отпирания α) и ток от возбудителя начинает протекать по цепи: клемма « ~ 2 », диод $D3$, контакт $КВГ$, обмотка возбуждения генератора G , диод $D2$, тиристор $T2$, клемма « ~ 1 ». После интервала коммутации γ_2 и до конца отрицательного полупериода ток $i_{в} = i_{\sim} = i_{т2} = i_{д3}$. Когда тиристоры закрыты, ток возбуждения протекает через диоды $D3$ и $D4$ за счет энергии, накопленной обмоткой возбуждения генератора в период открытого состояния тиристоров. При этом $i_{д3} = i_{д4} = i_{в}$.

В интервалах коммутации γ_1 и γ_2 одновременно открыты один из тиристоров и диоды $D3$, $D4$. В результате возбудитель $СВ$ оказывается замкнутым накоротко и напряжение на его клеммах уменьшается до нуля. Это создает провалы в кривой напряжения $U_{св}$, длительность которых равна интервалам коммутации γ_1 и γ_2 . Наличие коммутационных провалов напряжения $U_{св}$ может привести в некоторых режимах к нарушению работы $САР$. Например, при совпадении угла коммутации трансформатора постоянного тока с провалом напряжения $U_{св}$ уменьшается ток выхода трансформатора, что может послужить причиной появления незатухающих колебаний тока тягового генератора. Для устранения провалов напряжения, питающего трансформаторы постоянного тока и напряжения, в цепь первичной обмотки распределительного трансформатора $TrP2$

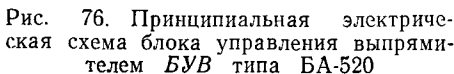
включен фильтр, состоящий из дросселя L (блок $БФ$), регулируемого резистора R_{Φ} и конденсатора C (блок $БФ$).

При углах отпирания тиристоров, близких к 180° , даже в случае очень большой величины индуктивности обмотки возбуждения генератора Γ диаграммы изменения токов тиристорного усилителя отличаются от показанных на рис. 75. Однако такие режимы работы $САР$ не характерны для тепловоза, поэтому их не рассматриваем.

Блок управления выпрямителем БУВ типа БА-520 (см. рис. 74) состоит из преобразователя напряжения $ПН$, преобразующего постоянное напряжение в переменное прямоугольной формы; синхронизирующей цепи $СЦ$, обеспечивающей синхронизацию напряжения $ПН$ по частоте с напряжением возбуждателя $СВ$; блокинг-генераторов $БГ1$ и $БГ2$, формирующих импульсы управления тиристорами $T1$ и $T2$; магнитного усилителя $МУ$ (модулятора), предназначенного для изменения фазы импульсов управления блокинг-генераторами $БГ1$ и $БГ2$ в зависимости от величины сигнала рассогласования (тока в обмотке управления $ОУ$); распределительной цепи $РЦ$, формирующей импульсы управления блокинг-генераторами и распределяющей их между ними в зависимости от полярности питающего напряжения. Преобразователь напряжения $ПН$ и блокинг-генераторы $БГ1$, $БГ2$ получают питание от стабилизатора напряжения, состоящего из стабилизаторов $СТ1$ и $СТ2$ (блок $БС3$) и балластного резистора R_{p1} , которые через замыкающий контакт контактора $КВВ$ подключены к источнику постоянного тока с напряжением 110 В. Стабилизаторы $СТ1$ и $СТ2$ включены последовательно для повышения величины стабилизированного напряжения (13,5 В). В блоке $БУВ$ (рис. 76) установлен сглаживающий конденсатор $С5$.

Преобразователь напряжения $ПН$ (см. рис. 76) состоит из трансформатора $Tr1$, транзисторов $T1$ и $T2$; диодов $D3$ и $D4$, выпрямительных мостов $B1—B3$, сглаживающих конденсаторов $C2—C4$, токоограничивающих резисторов $R2—R5$ и $R12$. Трансформатор $Tr1$ выполнен на III-образном сердечнике и имеет две коллекторные обмотки $W1$, $W2$, две базовые обмотки (обратной связи) $W3$, $W4$ и четыре выходные обмотки $W5—W8$. От обмотки $W5$ подается питание на рабочие обмотки магнитного усилителя $МУ$, а обмотки $W6—W8$ совместно с выпрямительными мостами $B1—B3$, сглаживающими конденсаторами $C2—C4$ и резисторами $R4$, $R5$, $R12$ образуют изолированные источники постоянного тока. От двух из них (мосты $B1$, $B2$) подается напряжение смещения на эмиттер-базовые переходы транзисторов $T3$ и $T4$, а третий (мост $B3$) является составной частью схемы, обеспечивающей ограничение тока в обмотке управления $ОУ$ магнитного усилителя. Переключение транзисторов $T1$ и $T2$ синхронно с частотой напряжения возбуждателя осуществляется от синхронизирующей цепи, состоя-

При положительной пополюсности напряжения возбудителя (плюс на клемме 10) ток от клеммы 10 протекает по цепи: диод $D2$, переход эмиттер — база $T1$, резистор $R1$, клемма 9. Благодаря этому открывается транзистор $T1$ и начинает протекать ток от источника постоянного тока по цепи: клемма 11, переход эмиттер—коллектор $T1$, обмотка $W2$ трансформатора $Tr1$, клемма 12. При этом в остальных обмотках $Tr1$ наводятся э. д. с. Выводы обмоток $Tr1$ с одинаковой полярностью (в данном случае положительной) обозначены точками. Э. д. с. обратной связи обмотки $W4$ увеличивает ток перехода эмиттер—база $T1$, что ускоряет процесс отпирания транзистора $T1$ и обеспечивает получение крутого переднего фронта напряжения



на выходных обмотках $Tr1$. Э. д. с., наводимая в обмотке обратной связи $W3$, увеличивает ток, протекающий через диод $D2$. При этом на базу транзистора $T2$ подается положительный потенциал, а на эмиттер — отрицательный, что обеспечивает закрытое состояние транзистора $T2$. Напряжение на переходе база — эмиттер $T2$ ограничено величиной падения напряжения на диоде $D2$. Э. д. с. обмотки $W1$ складывается с напряжением питания и увеличивает напряжение на переходе эмиттер — коллектор закрытого транзистора $T2$ почти в 2 раза по сравнению с величиной напряжения питания. Когда транзистор $T1$ полностью открыт (режим насыщения), его коллекторный ток и напряжение на выходных обмотках $Tr1$ не изменяются.

В отрицательный полупериод напряжения возбудителя изменяется полярность управляющего сигнала и ток управления протекает по цепи: клемма 9, резистор $R1$, диод $D1$, переход эмиттер — база $T2$, клемма 10. При этом транзистор $T1$ начинает запирается, а ток в обмотке $W2$ уменьшается. Следствием этого является резкое уменьшение токов в остальных обмотках $Tr1$ и появление в них э. д. с. обратной полярности. От обмотки $W4$ положительный потенциал подается на базу $T1$ (ток протекает через диод $D1$), что способствует форсированному запираанию транзистора $T1$. Э. д. с. обратной связи, наводимая в обмотке $W3$, увеличивает ток управления $T2$, чем ускоряет открытие транзистора $T2$. При этом ток от источника постоянного тока начинает протекать по цепи: клемма 11, переход эмиттер — коллектор $T2$, обмотка $W1$, клемма 12. Процесс переключения происходит очень быстро, и в конце его транзистор $T2$ переходит в режим насыщения (полностью открыт), а транзистор $T1$ — в режим отсечки (полностью закрыт). Для защиты эмиттер-коллекторных переходов транзисторов $T1$ и $T2$ от перенапряжений, возникающих в моменты их запираания и обусловленных индуктивностью обмоток трансформатора $Tr1$, установлены шунтирующие диоды $D3$ и $D4$. Диаграмма напряжения $u_{\text{пн}}$ на выходных обмотках трансформатора $Tr1$ показана на рис. 75.

Магнитный усилитель MU (модулятор) выполнен на двух тороидальных сердечниках из пермаллоя 50НП. Рабочие обмотки усилителя MU включены по схеме с внутренней положительной обратной связью (диоды $D5$, $D6$) и выходом на переменном токе. Нагрузкой служит резистор $R8$. В каждый полупериод напряжение на резисторе $R8$ ($u_{\text{му}}$ на рис. 75) возрастает скачком после того, как намагничивающий ток обеспечит насыщение соответствующего сердечника магнитного усилителя и величина индуктивного сопротивления его рабочей обмотки станет близкой к нулю. Тогда практически все напряжение обмотки $W5$ трансформатора $Tr1$ за вычетом небольшого падения напряжения в цепи будет приложено к резистору $R8$. Момент насыщения сердечника, а следовательно, и момент

появления полного напряжения на резисторе $R8$ зависят от величины тока i_y в обмотке управления $ОУ$. Изменяя величину i_y , можно перемещать передний фронт напряжения $u_{му}$, т. е. изменять величину угла α (см. рис. 75). В период времени, когда протекает небольшой намагничивающий ток, напряжение на резисторе $R8$ также небольшое (u_{xx}) и недостаточное для запуска блокинг-генератора.

Для ограничения величины тока в цепь обмотки управления $ОУ$ включены диод $D13$ и источник постоянного напряжения ($W8, B3, C4, R12$). До тех пор, пока ток $i_{ог}$, протекающий от источника постоянного напряжения, больше тока i_y в обмотке $ОУ$, диод $D13$ открыт, а ток в нем равен разности токов ($i_{ог} - i_y$). При этом на величину тока i_y параметры цепи ограничения тока влияния не оказывают. Когда величина i_y становится равной $i_{ог}$, диод $D13$ запирается. Если после этого напряжение на клеммах 3 и 6 продолжает увеличиваться, то ток i_y остается равным $i_{ог}$ и протекает по цепи: клемма 3, обмотка $ОУ$, резистор $R12$, мост $B3$, клемма 6. Поскольку величина сопротивления резистора $R12$ большая, то ток $i_y = i_{ог}$ увеличивается незначительно по сравнению с исходной величиной $i_{ог}$, которую устанавливают равной максимально допустимому значению тока i_y .

Распределительная цепь, состоящая из конденсатора $C1$, стабилитронов $CT3$ и $CT4$, диодов $D7$ и $D8$, подключена к резистору $R8$ и в зависимости от полярности напряжения на нем подает управляющие импульсы поочередно на блокинг-генераторы $БГ1$ и $БГ2$.

Блокинг-генераторы состоят из следующих элементов: $БГ1$ — транзистора $T3$, трансформатора $Tr2$, стабилитрона $CT5$, диодов $D9$ и $D10$, резисторов $R6$ и $R10$; $БГ2$ — транзистора $T4$, трансформатора $Tr3$, стабилитрона $CT6$, диодов $D11$ и $D12$, резисторов $R7$ и $R11$. Трансформаторы $Tr2$ и $Tr3$ выполнены на тороидальных сердечниках из пермаллоя 50НП и имеют по три обмотки: $W1$ — базовые (обратной связи), $W2$ — выходные, $W3$ — коллекторные.

Блокинг-генераторы работают в ждущем режиме, т. е. при отсутствии управляющего (входного) сигнала транзисторы $T3$ и $T4$ заперты. Надежное запирающее транзисторов обеспечивается благодаря положительному смещению, подаваемому на переходы эмиттер — база от изолированных источников постоянного тока $ПН$ (мосты $B1$ и $B2$). Напряжения смещения равны падениям напряжения на диодах $D7$ и $D8$ (0,3—0,6 В).

Предположим, что в момент скачка напряжения $u_{му}$ потенциал точки a резистора $R8$ положительный, а точки b — отрицательный. Тогда под действием напряжения $u_{му}$ и напряжения на конденсаторе $C1$, который зарядился в предыдущий полупериод (см. полярность на рис. 76), импульс тока управления $i_{вх1}$ будет протекать по цепи: точка a резистора $R8$, стаби-

литроны $CT4$ и $CT3$, диод $D7$, переход эмиттер — база $T3$, конденсатор $C1$, точка b резистора $R8$. В результате отпирается транзистор $T3$ и начинает протекать ток от источника постоянного напряжения по цепи: клемма 11 , переход эмиттер—коллектор $T3$, обмотка $W3$ трансформатора $Tr2$, клемма 12 . Э. д. с., наводимая при этом в обмотке $W1$ ($Tr2$), увеличивает ток базы $T3$. Тем самым обеспечивается быстрое открывание транзистора $T3$, а следовательно, получение крутого переднего фронта напряжения на обмотке $W2$, к которой через диод $D9$ и резистор $R10$ подключена цепь управления тиристора $T1$ блока $БВГ$.

В дальнейшем э. д. с. обмотки $W1$ поддерживает транзистор $T3$ в открытом состоянии. По мере разряда, а затем заряда конденсатора $C1$ величина тока $i_{вх1}$ в распределительной цепи уменьшается до нуля (см. рис. 75), а полярность напряжения на конденсаторе изменяется на обратную (показана на рис. 76 в скобках). После полного открытия (насыщения) транзистора $T3$ ток в обмотке $W3$ ($Tr2$) не изменяется и формируется вершина выходного импульса $i_{им1}$ блокинг-генератора $БГ1$ (см. рис. 75).

Длительность этого импульса определяется временем насыщения сердечника трансформатора $Tr2$, после чего происходит резкое уменьшение э. д. с. в обмотках $Tr2$ и запирающие транзистора $T3$. Во время резкого уменьшения токов полярности э. д. с. в обмотках $Tr2$ изменяются на обратные, причем от обмотки $W1$ положительный потенциал подается на базу транзистора $T3$, что наряду с напряжением смещения ускоряет процесс его запирающего. В следующий полупериод изменяется полярность $u_{му}$, и в момент времени, характеризуемый углом стирания α , управляющий импульс $i_{вх2}$ от распределительной цепи подается на транзистор $T4$ блокинг-генератора $БГ2$, который в свою очередь обеспечивает подачу импульса управления $i_{им2}$ на тиристор $T2$ блока $БВГ$. Амплитудное значение напряжения прямоугольных выходных импульсов блокинг-генераторов при внешнем нагрузочном сопротивлении 20 Ом составляет $7\text{ В} \pm 10\%$, длительность импульсов — $300\text{ Мкс} \pm 30\%$.

В связи с наличием индуктивности рассеяния и собственной емкости обмоток трансформаторов $Tr2$ и $Tr3$ в момент запирающих транзисторов $T3$ и $T4$ на эмиттер-коллекторных переходах возникают пиковые выбросы напряжения. При определенных соотношениях параметров процесс установления напряжения может иметь колебательный характер. Чтобы исключить возможность повреждения транзисторов от перенапряжений, эмиттер-коллекторные переходы $T3$ и $T4$ шунтированы стабилитронами $СТ5$ и $СТ6$. При отрицательном потенциале на коллекторе величина напряжения на эмиттер-коллекторном переходе ограничена величиной напряжения стабилизации стабилитрона, а при положительном потенциале на коллекторе

стабилитрон шунтирует переход как обычный диод. Стабилитроны *СТЗ* и *СТ4* исключают ложный запуск блокинг-генераторов под действием напряжения на конденсаторе *С1* и напряжения u_{xx} холостого хода *МУ*.

Ток в обмотку управления *МУ* поступает из селективного узла.

Селективный узел обеспечивает получение требуемых внешних характеристик генератора. Он состоит из потенциометра задания *Rp7*, потенциометра индуктивного датчика $R_{ид}$ и потенциометра обратной связи *Rp6*.

Потенциометр задания *Rp7*, включенный на выходе блока задания *БЗВ*, формирует напряжения уставки: по максимальному току $U_{ум}$ (клеммы *P10—P11*), по мощности $U_{ум}$ (клеммы *P4—P3*), по максимальному напряжению $U_{ун}$ (клеммы *P5—P3*). Блок задания *БЗВ* типа БА-430 является статическим тахометрическим устройством, измеряющим частоту вращения вала дизеля. Основным элементом блока *БЗВ* является насыщающийся трансформатор *Tr1*, выполненный на тороидальном сердечнике из пермаллоя 50НП с прямоугольной петлей гистерезиса. Первичная обмотка трансформатора *Tr1* через балластный резистор *Rp2* (клеммы *P1, P2*) включена на напряжение возбудителя. Вторичная обмотка (клеммы *H12—K12*) через выпрямительный мост *В* и сглаживающий фильтр *L—C* (дроссель *Др*, конденсатор *С*) нагружена на резистор *R* и потенциометр *Rp7*. Параметры трансформатора *Tr1* и величина сопротивления резистора *Rp2* выбраны такими, что при номинальном напряжении возбудителя трансформатор работает в режиме глубокого насыщения магнитной системы. Благодаря этому при изменении напряжения возбудителя в довольно широких пределах амплитуда магнитного потока в сердечнике трансформатора *Tr1* и величина э. д. с. вторичной обмотки изменяются незначительно. В то же время изменение частоты напряжения возбудителя вызывает пропорциональное изменение э. д. с. вторичной обмотки.

Таким образом, напряжение на выходе блока *БЗВ* пропорционально частоте вращения возбудителя, а следовательно, частоте вращения вала дизеля и мало зависит от колебания величины питающего напряжения. Поскольку петля гистерезиса сердечника трансформатора *Tr1* отличается от идеальной прямоугольной, то возникает погрешность измерения частоты, связанная с увеличением э. д. с. вторичной обмотки за счет изменения намагничивающего тока в период насыщения сердечника. Для повышения точности измерения в схему включен компенсирующий трансформатор *Tr2*, выполненный на тороидальном сердечнике из альсифера. Первичные обмотки трансформаторов *Tr1* и *Tr2* включены последовательно и согласно, вторичные — последовательно и встречно. Э. д. с., наводимая во вторичной обмотке трансформатора *Tr2*, компенсирует ту

часть э. д. с. вторичной обмотки трансформатора $Tr1$, которая обусловлена неидеальностью петли гистерезиса его сердечника.

Из принципа работы блока $БЗВ$ следует, что напряжения уставки на потенциометре $Rp7$ должны изменяться пропорционально частоте вращения вала дизеля n_d . Это позволяет получить требуемые зависимости величины ограничения максимального тока и максимального напряжения в функции частоты вращения вала дизеля. Однако для получения оптимальной по расходу топлива характеристики нагружения дизеля $P_T=f(n_d)$ зависимость $U_{ум}$ и от n_d должна иметь большую крутизну. Это достигается включением в цепь уставки по мощности стабилизатора $СТ2$ (блок $БС1$) типа Д-815В.

Как отмечено выше, мощность, снимаемую с клемм генератора, необходимо корректировать в соответствии с изменением свободной мощности дизеля. Осуществляют это при помощи индуктивного датчика $ИД$, включенного в цепь, состоящую из выпрямительного моста $B2$ (блок $БС1$), сглаживающего конденсатора $C2$ (блок $БС1$) и потенциометра $R_{ид}$. Питание подается от вторичной обмотки ($H13-K13$) трансформатора $Tr1$ блока $БЗВ$. При изменении свободной мощности дизеля сервомотор объединенного регулятора перемещает якорь датчика $ИД$, в результате чего изменяется величина индуктивного сопротивления его катушки, а следовательно, величина тока в цепи и величина падения напряжения $U_{ид}$ на потенциометре $R_{ид}$. Потенциометр $R_{ид}$ включен последовательно с участком ($P4-P3$) потенциометра $Rp7$, благодаря чему величина уставки по мощности равна сумме напряжений ($U_{ум}+U_{ид}$). Если свободная мощность дизеля увеличилась (например, отключился электродвигатель тормозного компрессора), то сервомотор объединенного регулятора начинает выводить якорь из катушки датчика $ИД$. При этом индуктивное сопротивление катушки уменьшается, а ток в цепи, напряжение $U_{ид}$ и уставка по мощности генератора ($U_{ум}+U_{ид}$) увеличиваются. Если свободная мощность дизеля уменьшается, то происходит обратный процесс: якорь вводится внутрь катушки, индуктивное сопротивление увеличивается, а ток в цепи, напряжение $U_{ид}$ и уставка по мощности уменьшаются.

Встречно напряжениям уставок действуют напряжения обратной связи $U_{ом}$, $U_{он}$ и $U_{ом}$, пропорциональные соответственно току генератора (тяговых электродвигателей), напряжению генератора и сумме сигналов по току и напряжению (приблизительно мощности) генератора. Они формируются на потенциометре обратной связи $Rp6$, выполненном по П-образной схеме. Плечо ($P1-P8$) потенциометра $Rp6$ включено на выходе трех выпрямительных мостов $B1-B3$ блока $БС3$. Мосты $B1-B3$ выпрямляют токи трансформаторов постоянного тока $TrПТ1-TrПТ3$, пропорциональные суммам токов соответственно 1 и 6, 2 и 3, 4 и 5-го тяговых электродвигателей.

Схема из нескольких последовательно включенных выпрямительных мостов обладает свойством выделять наибольший из поданных на нее сигналов. Благодаря этому ток в плече ($P1—P8$) потенциометра $Rp6$ равен току того трансформатора тока, который в данный момент имеет наибольшую величину. Этот трансформатор тока называют ведущим. Необходимость такой схемы будет показана ниже при рассмотрении защиты от боксования. Из-за отклонения формы токов трансформаторов $TrПТ1—TrПТ3$ от прямоугольной напряжения на выходе мостов $B1—B3$ являются пульсирующими (полуволна напряжения имеет трапецеидальную форму) и сдвинуты друг относительно друга по фазе. Это приводит к возникновению погрешности в работе схемы (ток на выходе не равен току ведущего трансформатора).

Для сглаживания пульсаций и устранения указанной погрешности каждый мост шунтируют конденсатором достаточно большой емкости ($C1—C3$, блок $БС3$). Плечо ($P9—P8$) потенциометра $Rp6$ включено на выходе моста $B1$ (блок $БС1$), выпрямляющего ток трансформатора постоянного напряжения $TrПН$, который пропорционален напряжению генератора. Величина тока подмагничивания трансформатора $TrПН$ ограничивается резистором $R_{тн}$.

Таким образом, напряжение между клеммами $P3$ и $P8$ ($U_{ом}$) пропорционально току, а между клеммами $P9$ и $P8$ ($U_{он}$) — напряжению генератора. Напряжение между клеммами $P5$ и $P8$ ($U_{ом}$) пропорционально сумме сигналов по току и напряжению генератора. Направление тока на участке потенциометра $Rp6$ между клеммами $P1$ и $P9$ изменяется в зависимости от того, какое из напряжений (между клеммами $P1$ и $P8$ или $P9$ и $P8$) является большим.

Ток в обмотку управления магнитного усилителя $МУ$ блока $БУВ$ протекает под действием разности напряжений обратной связи и уставки. Разделительные диоды $D4$ (блок $БС2$), $D4$ (блок $БС3$) и $D9$ (блок $БС1$) обеспечивают протекание тока в обмотку управления только в том случае, если напряжение обратной связи больше напряжения уставки. При изменении тока управления $МУ$ изменяются моменты подачи управляющих импульсов на тиристоры блока $БВГ$ и, следовательно, величины тока возбуждения и напряжения генератора. Электрическую цепь, состоящую из участков потенциометров $Rp6$ и $Rp7$, на которых выделяются сигналы обратной связи и уставки, разделительного диода и обмотки управления магнитного усилителя $МУ$, называют каналом регулирования (см. рис. 74).

В зависимости от величины тока и напряжения генератора ток в обмотку управления $МУ$ протекает по одному из трех каналов регулирования. Два других канала при этом заперты, так как у них напряжения уставок больше напряжений обрат-

ной связи. При токах генератора I_r , близких к максимальному, напряжение обратной связи U_{om} больше напряжения уставки $U_{ум}$, ток управления протекает по каналу I и формируется участок ограничения тока $B_3\Gamma$ внешней характеристики генератора (рис. 77). Здесь и в дальнейшем под I_r и U_r подразумеваются выпрямленные значения тока и напряжения генератора. При небольших токах генератора напряжение $U_{он} > U_{ум}$, ток управления МУ протекает по каналу III и формируется участок ограничения напряжения AB_3 внешней характеристики. Форма внешней характеристики между этими ограничениями зависит от работы канала II регулирования мощности. Если резистор $R_{ид}$ замкнут ($U_{ид}=0$), а шунтирующие цепочки с диодами $D1-D3$ разомкнуты, то внешняя характеристика генератора на участке регулирования мощности будет иметь вид прямой B_1B_1 . Наклон ее определяется положением движка $P5$ потенциометра $Rp6$. В точках B_1 и B_1 происходит смена работы каналов регулирования.

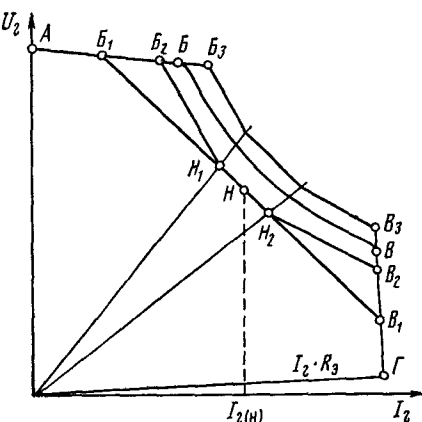


Рис 77. Внешние характеристики генератора

Чтобы придать внешней характеристике генератора на участке регулирования мощности форму ломаной линии и тем самым приблизить ее к гиперболе, введены шунтирующие цепочки с диодами $D1-D3$. При токах генератора меньших $I_{r(н)}$ потенциал клеммы $P9$ потенциометра $Rp6$ больше потенциала клеммы $P1$. Благодаря этому открыты диоды $D2$ и $D3$, шунтирующие участок потенциометра $Rp6$ между клеммами $P4$ и $P5$. Поскольку это равноценно смещению движка $P5$ в сторону клеммы $P1$, регулирование происходит по прямой B_2H_1 , имеющей больший наклон.

При токах генератора больших $I_{r(н)}$ потенциал клеммы $P1$ больше потенциала клеммы $P9$. Благодаря этому диоды $D2$ и $D3$ закрыты, а открыт диод $D1$, шунтирующий участок потенциометра $Rp6$ между клеммами $P5$ и $P6$. Это равноценно смещению движка $P5$ в сторону клеммы $P9$, поэтому наклон внешней характеристики уменьшается (прямая H_2B_2). При токе генератора $I_{r(н)}$ (точка H) потенциалы клемм $P1$ и $P9$ равны, а ток на участке потенциометра $Rp6$ между этими клеммами равен нулю. В некоторой области вблизи точки H ток, а следовательно, и напряжения на шунтируемых частях потенциометра $Rp6$ малы и недостаточны для открытия диодов $D1-D3$. Это соот-

ветствует некоторому промежуточному положению движка $P5$. Регулирование происходит по прямой H_1H_2 .

Таким образом, при сигнале индуктивного датчика, равном нулю ($U_{ид}=0$), внешняя характеристика генератора имеет вид ломаной $AB_2H_1H_2B_2Г$. Если резистор $R_{ид}$ раскорочен, а индуктивный датчик установлен и удерживается в положении максимального сигнала ($U_{ид\max}$), внешняя характеристика генератора имеет вид ломаной $AB_3B_3Г$. Эти характеристики, полученные при неработающем объединенном регуляторе, называют селективными, так как форма их определяется работой селективного узла $САР$.

В процессе работы объединенный регулятор мощности, перемещая якорь индуктивного датчика, стремится поддерживать мощность генератора равной свободной мощности дизеля. В результате внешняя характеристика генератора на участке регулирования мощности имеет вид гиперболы и занимает промежуточное положение между предельными селективными характеристиками. Положение участков ограничения напряжения и тока сохраняется неизменным. Внешняя характеристика имеет вид кривой $АВВГ$. На участках $АВ$ и $ВГ$ внешней характеристики сигнал индуктивного датчика не изменяется и равен максимальной величине.

Важным положительным свойством описанной схемы селективного узла является возможность отдельной регулировки участков внешней характеристики генератора. Это облегчает процесс настройки схемы и позволяет при необходимости задать разные законы регулирования величин максимального тока, максимального напряжения и мощности генератора в функции частоты вращения вала дизеля.

Для уменьшения величины мощности генератора на I позиции контроллера машиниста с целью обеспечения плавного трогания тепловоза в цепь уставки по мощности вводится ступень сопротивления (участок между клеммами $P1$ и $P2$ потенциометра $Rp7$), что приводит к уменьшению напряжения уставки $U_{ум}$. На позициях II—XV этот участок потенциометра шунтирован контактами реле $PУ4$. При срабатывании защиты от боксования колесных пар размыкается контакт $PБ$ и вводится ступень сопротивления (участок между клеммами $P7$ и $P8$ потенциометра $Rp7$). Этим обеспечивается уменьшение всех напряжений уставок и, следовательно, уменьшение мощности генератора независимо от того, на каком участке внешней характеристики происходила работа перед срабатыванием защиты.

Одновременно при помощи электропневматического механизма индуктивный датчик устанавливается в положение минимального сигнала, что обеспечивает дополнительное уменьшение напряжения уставки по мощности генератора. При отключении тяговых электродвигателей в случае аварии контактами соответствующего отключателя $ОМ1—ОМ6$ замыкается нако-

ротко резистор $R_{ид}$. Это обеспечивает работу по селективной внешней характеристике генератора с меньшей величиной мощности, что исключает возможность перегрузки оставшихся в работе электродвигателей.

Узел стабилизации (гибкой отрицательной обратной связи) введен в $САР$ для устранения колебаний тока и напряжения генератора, которые могут возникать в некоторых режимах работы передачи. Узел состоит из потенциометра $R_{ст}$, включенного на выходе блока $БВГ$, резистора $R_{ст}$, конденсаторов $C_{ф}$ и $C_{ст}$, входящих в блок $БСК$, и обмотки управления $ОСТ$ магнитного усилителя $МУ$ блока $БУВ$ (см. рис. 74). Напряжение u_b на потенциометре $R_{ст}$ пульсирующее (см. рис. 75), поэтому, кроме постоянной составляющей, оно содержит высокочастотную переменную составляющую (150—440 Гц).

Если в системе возникают периодические колебания, то появляется низкочастотная составляющая (2—6 Гц). Высокочастотная составляющая шунтируется (поглощается) конденсатором $C_{ф}$, а низкочастотная через резистор $R_{ст}$ и конденсатор $C_{ст}$ проходит в обмотку управления магнитного усилителя. Если напряжение u_b на выходе блока увеличивается, то в обмотке управления $ОСТ$ появляется ток, препятствующий увеличению напряжения. Аналогично при уменьшении напряжения u_b обратная связь препятствует его уменьшению. Демпфирующее действие обмотки $ОСТ$ устраняет колебания напряжения блока $БВГ$, а следовательно, тока возбуждения и напряжения генератора. В установившемся режиме работы, когда среднее значение напряжения U_b не изменяется, ток в обмотке $ОСТ$ равен нулю и обратная связь не влияет на работу $САР$.

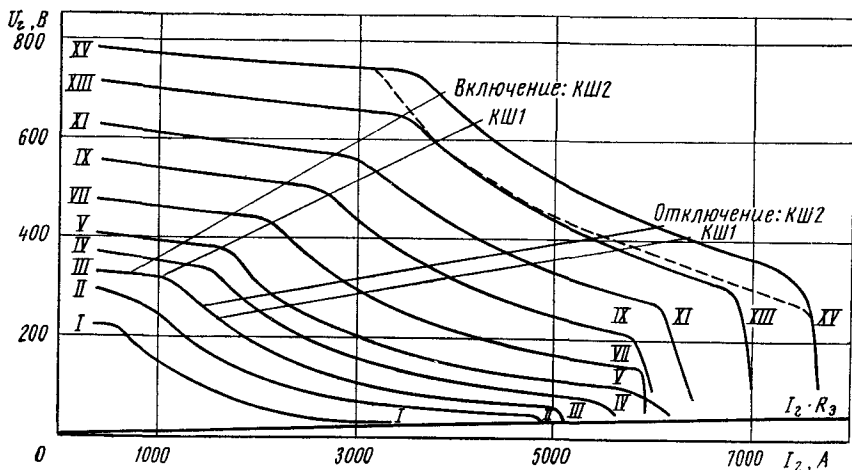


Рис. 78. Внешние характеристики генератора при работе на различных позициях контроллера машиниста (XV, XIII, XI, IX, VII, V, IV, III, II, I)

Характеристики электрической передачи при работе САР.

Внешние характеристики генератора при работе САР совместно с объединенным регулятором мощности показаны на рис. 78. Для XV позиции контроллера машиниста пунктиром нанесена селективная внешняя характеристика при $U_{нд}=0$. Нанесены также опытные точки включения и отключения контакторов ослабления возбуждения $KШ1$ и $KШ2$.

Из рассмотрения характеристик видно, что заданные максимальные величины тока и напряжения генератора поддерживаются САР с небольшой погрешностью (характеристики имеют наклон). Объясняется это тем, что по принципу работы селективного узла напряжение обратной связи $U_{ом}$, кроме основной составляющей, пропорциональной току генератора, имеет небольшую составляющую, пропорциональную напряжению генератора. Аналогично напряжение обратной связи $U_{он}$, кроме основной составляющей, пропорциональной напряжению генератора, имеет небольшую составляющую, пропорциональную току генератора. Это и вносит погрешность в работу САР.

На тепловозах ТЭП70 величины напряжений уставок по максимальному току $U_{ум}$ и напряжению $U_{ун}$ изменяются пропорционально частоте вращения вала дизеля, а уставка по мощности $U_{ум}$ благодаря наличию стабилизатора СТ2 — по более крутой зависимости (рис. 79). Соответствующие им зависимости величин максимального тока $I_{г\max}$, максимального напряжения $U_{г\max}$ и мощности P_g генератора от частоты вращения вала дизеля n_d показаны на рис. 80 и 81 (кривая 1). Из-за погрешности в работе трансформаторов постоянного тока ТрПТ1—ТрПТ3 (нарушение при больших токах гене-

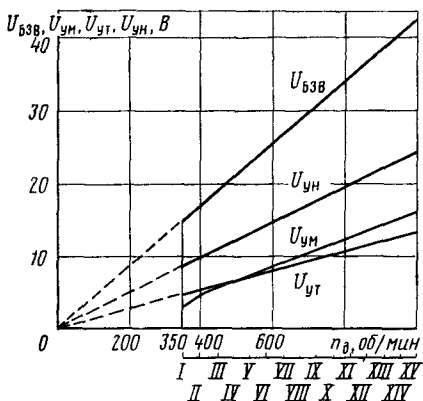


Рис. 79. Зависимость напряжения блока задания БЗВ ($U_{бзв}$), напряжений уставки по мощности ($U_{ум}$), максимальному току ($U_{ут}$) и максимальному напряжению ($U_{ун}$) от частоты вращения вала дизеля

ратора пропорциональности между I_g и током выхода трансформатора тока) величины $I_{г\max}$ на позициях контроллера ниже десятой не соответствуют величинам напряжения уставки $U_{ум}$. Несмотря на это, получен требуемый диапазон изменения пусковой силы тяги тепловоза. Для устранения отмеченного недостатка ведутся работы по улучшению характеристик трансформаторов тока.

При работе объединенного регулятора мощности обеспечивается нагружение дизеля по оптимальной (минималь-

ный удельный расход топлива) характеристике (кривая 2, рис. 81). В данном случае регулятор настроен таким образом, что он работает на всех позициях контроллера машиниста, поэтому кривая 2 на всех позициях проходит выше кривой 1. В инструкции по настройке допускается возможность вступления в работу объединенного регулятора на других промежуточных позициях, но не выше VIII. Если объединенный регулятор вступает в работу, например, с V позиции, то мощность генератора P_g до V позиции контроллера будет соответствовать характеристике (кривая 1), а на позициях выше V — кривой 3. Чем раньше вступает в работу объединенный регулятор, тем полнее используется свободная мощность дизеля.

Аварийное возбуждение генератора. В случае выхода из строя САР переключатель ПВА (см. рис. 74) устанавливают в положение, соответствующее аварийному возбуждению. При этом контактами ПВА замыкаются накоротко тиристоры $T1$ и $T2$ блока БВГ, в цепь возбуждения возбuditеля СВ вводится резистор $R_{вз}$, подается питание на катушку реле РУ12 (контакты РУ12 используются в схеме управления). В аварийном режиме ток возбуждения выпрямляется неуправляемым мостом Д1—Д4 (блок БВГ), а величина его на каждой позиции контроллера машиниста остается неизменной. Благодаря большому падению напряжения на индуктивном сопротивлении обмоток и реакции якоря внешние характеристики генератора имеют резко падающий характер (рис. 82). Поэтому не требуется принимать специальных мер для ограничения максимального тока

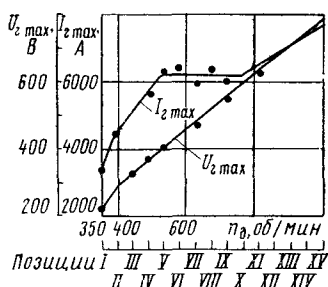


Рис. 80. Зависимости максимальных величин напряжения ($U_{г\max}$) и тока ($I_{г\max}$) генератора от частоты вращения вала

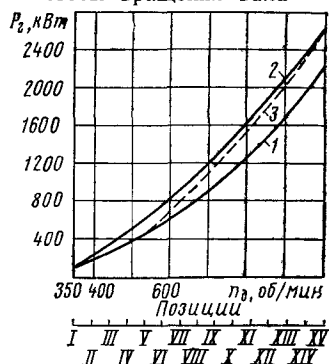


Рис. 81. Зависимость мощности генератора от частоты вращения вала:

1 — селективная характеристика; 2, 3 — характеристики при включенном объединенном регуляторе мощности

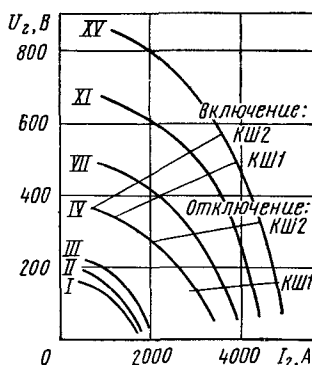


Рис. 82. Внешние характеристики генератора при аварийном возбуждении

генератора. Для плавного трогания тепловоза мощность генератора на позициях I—III контроллера машиниста уменьшают путем введения ступени $P2-P3$ резистора $R_{ва}$. На более высоких позициях (IV—XV) эта ступень резистора замкнута накоротко контактами контактора KBA .

Электрическая схема тепловоза

Электрическая схема тепловоза ТЭП70 (рис. 83, см. вкладку в конце книги) выполнена в соответствии с ГОСТ 2.721—68 и ГОСТ 2.748—68 на условные графические обозначения. Кроме электрических аппаратов, на ней изображены клеммные соединения и провода, пронумерованные в соответствии с их маркировкой на тепловозе. Клеммные наборы $Kл1-Kл10$ расположены в высоковольтной камере, клеммные наборы $Kл11-Kл19$ — в пультах машиниста № 1 и 2 (количество и номера наборов в пультах одинаковы).

Для упрощения на схеме не показаны аппараты и электрические соединения пульта № 2, так как в основном они аналогичны пульту № 1. Отличие состоит в том, что на пульте № 2 не устанавливают автоматический выключатель «Топливный насос II тепловоза», кнопки «Проверка автостопа» и «Пуск дизеля II тепловоза», тумблеры «Фильтр автостопа», «Температура воды» и «Давление масла», сигнальные лампы «Работа дизеля II тепловоза» и «Сброс нагрузки II тепловоза». Имеется отличие в монтаже на пультах № 1 и 2 тумблеров «Аварийный останов дизеля» и размыкающих контактов кнопок «Пуск дизеля». Поэтому эти аппараты пульта № 2 на схеме показаны.

Изображены также на схеме клеммные зажимы пульта № 2 и провода, соединяющие их с розетками межтепловозного соединения. Автоматические выключатели, кнопки и тумблеры, предназначенные для коммутации электрических цепей, показаны в отключенном положении, автоматические выключатели, служащие для защиты цепей, — во включенном положении. Положение контактов реверсора соответствует движению «Вперед». Положение контактов остальных аппаратов показано при отсутствии тока в их катушках. Контакты и катушка, принадлежащие одному аппарату, имеют на схеме одинаковое обозначение. При описании схемы номера проводов и клемм указаны только в тех случаях, когда это необходимо для облегчения отыскания нужной цепи.

Все электрические цепи тепловоза, за исключением силовых цепей и цепей CAP , получают питание при неработающем дизеле от аккумуляторной батареи (напряжение 96 В), а при работающем дизеле — от стартер-генератора $СтГ$ (напряжение 110 В), который подзаряжает также аккумуляторную батарею. Чтобы подать напряжение от аккумуляторной батареи, включают выключатель батареи $ВкБ$. При этом положительный по-

люс батареи по проводу 1053, контакту ВкБ, проводу 1052, шунту ШЗ, проводу 981, предохранителю ПР4 (125 А), проводу 988, резистору заряда батареи R_{36} и проводу 990 соединяется с клеммами 7/1—5 высоковольтной камеры.

Отрицательный полюс батареи по проводу 1055, контакту ВкБ и проводу 1056 соединяется с клеммами 1/1—15 высоковольтной камеры. От клемм 7/1—5 и 1/1—15 напряжение подается на цепи управления и вспомогательные цепи с напряжением питания 96—110 В. При работающем дизеле напряжение на клеммы 7/1—5 подается по цепи: вывод Я стартер-генератора СтГ, провод 1068, шина 1067Ш, предохранитель ПР5 (160 А), диод заряда батареи ДЗБ, провода 989, 990, а на клеммы 1/1—15 — по цепи: вывод ЯЯ стартер-генератора СтГ, провода 1062 и 1056. Цепи освещения тепловоза получают питание от клемм 10/1—2 и 10/14—20 высоковольтной камеры, соединенных проводами 1081 и 1082 с выключателем батареи ВкБ. Цепи радиостанции получают питание напряжением 75 В (провод 1058, клеммы 7/12 и 1/1—15), цепи автоматической локомотивной сигнализации и электропневматического тормоза — напряжением 50 В (провод 1057, клеммы 7/8—9 и 1/1—15), цепи электродвигателей стеклоочистителей — напряжением 12 В (провод 1112, клеммы 7/20 и 1/1—15).

Пуск дизеля. Дизель можно пустить из любой кабины машиниста. При работе по системе двух единиц пуск дизеля ведомого тепловоза можно осуществлять только с пульта управления кабины № 1 ведущего тепловоза. Пуск может быть автоматическим или ручным. Порядок операций при пуске дизеля с пульта управления кабины № 1 следующий. Устанавливают блокировочный ключ КБ в положение 1ПУ — «Кабина № 1», переключатель питания топливных насосов ТбЗ — в положение «Один тепловоз» и рукоятку контроллера машиниста КМ на нулевую позицию.

Включают автоматический выключатель АВ6 «Управление». При этом на неподвижные контакты контроллера машиниста и кнопку КнЗ «Пуск дизеля» подается напряжение по цепи: клеммы 7/1—5 («плюс»), провод 824х2, контакт 23 ключа КБ, выключатель «Управление», клемма 12/12, провод 835, кулачок 9 контроллера, клемма 12/14, провод 743.

Автоматическим выключателем АВ5 «Топливный насос» включают контактор КТН. Ток в катушку контактора протекает по цепи: клеммы 7/1—5 («плюс»), провод 782х2, тумблер ТбЗ, провод 783, контакт 27 ключа КБ, выключатель «Топливный насос», контакты ключа Кн5 «Аварийный останов тепловоза», тумблеры Тб4 и Тб5 «Аварийный останов дизеля», клеммы 3/17—18, провод 797, катушка КТН, клеммы 1/1—15 («минус»). Контактор КТН своим контактом замыкает цепь электродвигателя ЭТН, который приводит во вращение топливный насос. Автоматический выключатель АВ26 «Топливный насос», установ-

ленный в высоковольтной камере, предназначен для защиты цепи. Перечисленные выше операции являются подготовительными.

Для автоматического пуска дизеля нажимают и, спустя небольшой промежуток времени, отпускают кнопку *КнЗ* «Пуск дизеля». Включается реле времени *РВЗ* (выдержка времени 60 с), катушка которого получает питание по цепи: кнопка «Пуск дизеля», провода 744, 745, 747, контакт реле *РУ6*, провода 762, 756, размыкающий контакт и катушка реле *РВЗ*. Размыкающий контакт реле *РВЗ* (без выдержки времени) вводит в цепь катушки токоограничивающий резистор $R_{РВЗ}$. Замыкающий контакт реле *РВЗ* (без выдержки времени) замыкает цепь катушки реле *РУ8*, питание на которую подается по цепи: выключатель *АВ5* «Топливный насос», контакты ключа *Кн5*, тумблеры *Т64* и *Т65*, клеммы 3/17—18, провода 819, 27Д, контакт реле давления масла *РДМ1*, провода 28Д, 821, 799, контакты реле максимального тока *РМ4*, реле времени *РВ1* и *РВЗ*, провод 804. Включившись, реле *РУ8* своим контактом шунтирует контакты кнопки «Пуск дизеля», поэтому ее после нажатия можно отпустить.

Одновременно с реле *РВЗ* включается контактор масляного насоса *КМН*, катушка которого получает питание по цепи: кнопка «Пуск дизеля», провода 744, 745, 747, контакт реле *РУ6*, диод *Д1*, провода 749, 750. Силовой контакт *КМН* замыкает цепь электродвигателя *ЭМН*, приводящего во вращение маслопрокачивающий насос (обеспечивает смазку узлов дизеля перед пуском). Защита цепи электродвигателя *ЭМН* осуществляется предохранителем *ПРЗ* (125 А). Прокачивание масла продолжается в течение 60 с. За это время при нормальном пуске давление масла в контролируемой точке достигает величины уставки реле давления *РДМЗ* (0,2 кгс/см²), и оно замыкает свой контакт между проводами 31Д и 32Д в цепи катушки контактора пуска дизеля *КД* и вентиля ускорителя пуска *ВУП*. По истечении 60 с замыкается контакт реле времени *РВЗ* между проводами 766 и 765. Питание подается на катушки *КД* и *ВУП*, и они включаются.

Вентиль *ВУП* подает воздух в сервомотор ускорителя пуска, который увеличивает подачу топлива на время пуска дизеля. Контактор *КД* подключает стартер-генератор *СтГ* к аккумуляторной батарее *БА*. Ток протекает по цепи: положительный полюс *БА*, провод 1053, контакт *ВкБ*, провод 1059, контакт *КД*, провод 1060, реле максимального тока *РМ4*, провод 1061, последовательная обмотка и якорь стартер-генератора *СтГ*, провод 1062, контакт *ВкБ*, провод 1055, отрицательный полюс *БА*. Стартер-генератор, работая в режиме электродвигателя с последовательным возбуждением, прокручивает коленчатый вал дизеля. Одновременно с включением контактора *КД* его замыкающий блок-контакт подает напряжение на

электромагнит *МР6* (блок-магнит) по цепи: клеммы *3/17—18*, провода *818* и *813*, контакт *КД*, провод *812*, контакт реле *РУ7*, провода *808*, *809* и *20Д*. Последний вводит в действие регулятор частоты вращения вала дизеля.

В это же время размыкающий блок-контакт *КД* не дает возможности включиться контактору регулятора напряжения *КРН*. По мере увеличения частоты вращения вала дизеля увеличивается давление масла в масляной системе. Когда давление достигает величины $0,5 \pm 0,1$ кгс/см², срабатывает реле давления *РДМ4* и шунтирует своим контактом контакт *КД* в цепи катушки *МР6*: клеммы *3/17—18*, провода *819*, *33Д*, контакт *РДМ4*, провода *34Д*, *806*, *807*, контакт реле *РУ7*. При работе дизеля реле *РДМ4* служит для защиты от аварийного понижения давления в масляной системе.

Окончание пуска дизеля фиксируется по срабатыванию при давлении масла $1,2—1,4$ кгс/см² реле давления *РДМ1*. Контакт реле *РДМ1* разрывает цепь питания катушки реле *РУ8*, а реле *РУ8* своим контактом разрывает цепь, шунтирующую кнопку «Пуск дизеля». Отключаются аппараты, участвующие в пуске: *КМН*, *РВ1*, *РВ3*, *РВ7*, *КД*, *ВУП*. Размыкается контакт *КД* между проводами *813* и *812*, и питание катушки электромагнита *МР6* начинает осуществляться через замкнутые контакты реле *РДМ4*. Замыкается контакт *КД* между проводами *1258* и *810*, включается контактор *КРН*. На регулятор напряжения *АРН* по цепи: выключатель *ВкБ* («плюс»), провод *1052*, шунт *Ш3*, провод *981*, предохранитель *ПР4* (125 А), провод *1078*, контакт *КРН*, провод *1079*, клеммы *1* и *3 АРН*, провода *1077* и *1195*, клеммы *1/1—15* («минус») — подается напряжение от аккумуляторной батареи.

Стартер-генератор *СтГ*, обмотка возбуждения которого получает питание от регулятора напряжения *АРН*, начинает работать в режиме генератора, обеспечивая подзаряд аккумуляторной батареи и питание остальных цепей напряжением 110 В. Через замкнувшийся контакт *КРН* от клемм *3/17—18* подается напряжение на катушки реле *РУ6* и реле времени *РВ4*. При этом без выдержки времени размыкается контакт реле *РВ4* в цепи его катушки, благодаря чему в нее вводится токоограничивающий резистор *Ррв4*. Также без выдержки времени замыкается контакт реле *РВ4* между проводами *739* и *750* в цепи катушки контактора *КМН*. Однако контактор *КМН* не включается, так как ранее в этой цепи разомкнулся контакт *КРН* между проводами *738* и *739*.

Указанная цепь теперь подготовлена для того, чтобы обеспечить автоматическое прокачивание масла после остановки дизеля. Реле *РУ6*, включившись, замыкает свой контакт между проводами *1259* и *1260*, шунтируя размыкающие контакты кнопки «Пуск дизеля» в цепи катушки *КРН*. Это необходимо, чтобы при случайном нажатии на кнопку во время работы дизеля

не отключился регулятор напряжения. Если же дизель остановлен и осуществляется его пуск, то размыкающие контакты кнопки «Пуск дизеля» и контактора *КД* исключают возможность преждевременного включения контактора *КРН*.

Размыкающий контакт реле *РУ6* (провода 747 и 748) разрывает цепь питания катушек аппаратов, участвующих в пуске дизеля, что исключает возможность их включения при его работе. Замыкающий контакт реле *РУ6* замыкает цепь питания катушки вентиля отключателя ряда топливных насосов *ВТН*; питание подается по цепи: выключатель *АВ6* «Управление», провода 829 и 833, контакт 25 ключа *КБ*, провода 698, 699, 710, контакт реле *РУ6*, провод 717, контакт реле времени *РВ2*, провод 718, контакт реле *РУ4*, провода 719, 535, 25Д, катушка *ВТН*. Включение вентиля *ВТН* обеспечивает отключение одного ряда топливных насосов, что необходимо для устойчивой работы дизеля на холостом ходу при низкой частоте вращения и небольшом удельном расходе топлива. На этом процесс пуска дизеля заканчивается.

По условиям надежной работы необходимо ограничить время работы стартер-генератора при пуске и время нахождения его в неподвижном (заторможенном) состоянии при поданном на клеммы напряжении. Чтобы выполнить первое условие, установлено реле *РВ1*, настроенное на 10 ± 2 с. Оно включается при замыкании контактов реле *РВ3* между проводами 766 и 765 одновременно с контактором *КД*. Для ограничения величины тока в цепь катушки реле *РВ1* после его срабатывания вводится резистор *Ррв1*. Если пуск дизеля оказался неудачным и по истечении 10 ± 2 с давление масла не достигло величины $1,2\text{--}1,4$ кгс/см², то реле *РВ1* размыкает свой контакт между проводами 802 и 831 в цепи катушки реле *РУ8*, а последнее отключает пусковые цепи. Ограничение времени пуска позволяет также избежать чрезмерных разрядов аккумуляторной батареи.

Чтобы выполнить второе условие, использованы два реле: реле максимального тока *РМ4* и реле времени *РВ7*, настроенное на 4 с. Контакты этих реле включены параллельно в цепь катушки реле *РУ8*. Реле *РВ7* включается при нажатии кнопки «Пуск дизеля» и замыкает свой контакт между проводами 799 и 802. По истечении 60 с срабатывает реле *РВ3* и замыкающим контактом включает контактор *КД*, а размыкающим разрывает цепь питания катушки *РВ7* между проводами 1250 и 1251. Однако в течение 4с контакт реле *РВ7* остается замкнутым. В момент включения контактора *КД* ток в цепи якоря стартер-генератора *СтГ* имеет наибольшую величину, реле максимального тока *РМ4* срабатывает и размыкает свой контакт в цепи катушки *РУ8* между проводами 800 и 801. Если стартер-генератор не вращается по причине повреждений в дизеле (заклинивание), то реле *РМ4* остается включенным и через

4 с контакт реле *PВ7* разрывает цепь питания реле *PУ8*, что приводит к прекращению пуска. При нормальном пуске после включения контактора *КД* якорь стартер-генератора начинает вращаться, ток в цепи якоря уменьшается и реле *РМ4* отключается, замыкая свои контакты в цепи реле *PУ8*. Размыкание контактов реле *PВ7* в этом случае не приводит к отключению реле *PУ8*.

Чтобы исключить возможность поломки валоповоротного устройства дизеля, его блокировочный контакт *БВУ* введен в цепь питания катушки контактора *КД*. Если валоповоротное устройство включено, контакт *БВУ* разомкнут и контактор *КД* не может включиться. Назначение реле *PУ7*, размыкающие контакты которого включены в цепь катушек электромагнита *МР6* и контактора *КРН*, будет описано при рассмотрении защитных устройств.

Ручной пуск дизеля производят в тех случаях, когда неисправно реле *PУ8* или аппараты и цепи, от которых зависит его работа. Необходимость пользоваться ручным пуском возникает также при температуре масла ниже 20°C в связи с тем, что с ростом частоты вращения вала дизеля давление масла при низкой температуре увеличивается слишком быстро и реле *РДМ1* преждевременно (до окончания пуска) отключает реле *PУ8*, а следовательно, и все пусковые цепи. Чтобы осуществить ручной пуск дизеля, нажимают кнопку «Пуск дизеля» и удерживают ее в нажатом состоянии до тех пор, пока не произойдет пуск.

Прокручивание коленчатого вала дизеля производят при отключенном выключателе *АВ5* «Топливный насос» аналогично ручному пуску. Продолжительность прокручивания определяется временем нажатия кнопки «Пуск дизеля».

Прокачивание дизеля маслом после остановки осуществляется автоматически. В результате разрыва цепи одним из выключателей («Топливный насос», «Аварийный останов дизеля») или контактами реле защиты (*РДМ4*, *PУ7*) теряют питание катушки электромагнита *МР6* и контактора *КРН*. Электромагнит *МР6* обеспечивает прекращение подачи топлива и остановку дизеля. Контактор *КРН* одним контактом разрывает цепь питания катушки реле времени *PВ4*, а другим замыкает цепь катушки контактора *КМН*, который получает питание по цепи: выключатель «Управление», провода 829 и 833, контакт 25 ключа *КБ*, провод 698, клемма 3/6, провод 738, контакт *КРН*, провод 739, контакт реле времени *PВ4* с выдержкой времени при размыкании 80 с, провод 750, катушки *КМН*.

Диод *Д1* исключает возможность подачи питания на остальные аппараты, работающие при пуске дизеля. Контактор *КМН* включает электродвигатель *ЭМН*, приводящий во вращение маслопрокачивающий насос. Через 80 с в цепи катушки контактора *КМН* размыкается контакт реле *PВ4*, контактор

КМН отключается и прекращает прокачивание масла. Чтобы прекратить прокачивание масла до истечения 80 с, необходимо выключить выключатель *АВ6 «Управление»*. Повторный пуск дизеля можно начинать до окончания прокачивания масла после останова. Для этого необходимо включить выключатель «Топливный насос» и нажать кнопку «Пуск дизеля».

Необходимость прокачивания масла возникает также при проведении ремонтных работ. Для этого на высоковольтной камере установлен тумблер *Т625 «Ручная прокачка масла»*. При включении тумблера катушка контактора *КМН* получает питание по цепи: выключатель «Управление», провода 829 и 835, контакт 9 контроллера машиниста, провода 836 и 742, контакт 29 ключа *КБ*, провод 735, тумблер *Т625*, провод 736, контакт контактора *КТН*, провод 737. Если тумблер забыли выключить и начинают пуск дизеля, то рассмотренная цепь питания катушки *КМН* будет разомкнута контактом контактора *КТН*.

Подзаряд аккумуляторной батареи от стартер-генератора *СтГ* осуществляется по цепи: вывод *Я* стартер-генератора *СтГ*, провод 1068, шина 1067Ш, предохранитель *ПР5* (160 А), провод 1063, диод *ДЗБ*, провод 989, резистор заряда батареи *Рзб*, провод 988, предохранитель *ПР4* (125 А), провод 981, шунт *ШЗ*, провод 1052, контакт выключателя *ВкБ*, провод 1053, аккумуляторная батарея *БА*, провод 1055, контакт выключателя *ВкБ*, провод 1062, вывод *ЯЯ* стартер-генератора *СтГ*. Регулятор напряжения *АРН* типа *АРНТ* поддерживает напряжение стартер-генератора *СтГ* равным $110 \text{ В} \pm 3\%$ во всем диапазоне изменения частоты вращения и нагрузки стартер-генератора. Резистор *Рзб* ограничивает величину тока заряда батареи. Диод *ДЗБ* исключает возможность протекания тока от аккумуляторной батареи в цепь якоря стартер-генератора *СтГ*, когда напряжение на клеммах *СтГ* ниже, чем на клеммах *БА*. Параллельно диоду *ДЗБ* включены две сигнальные лампы *ЛС7 «Нет заряда батареи»*, установленные на обоих пультах управления (на схеме показана одна лампа пульта № 1). Сигнальные лампы загораются, когда диод *ДЗБ* заперт, т. е. когда нет заряда батареи. При протекании зарядного тока диод *ДЗБ* открыт, падение напряжения на нем незначительное, поэтому лампа не горит.

В случае выхода из строя регулятора напряжения *АРН* возбуждение стартер-генератора осуществляется по аварийной схеме, для чего переключатель *ПкСтГ* устанавливают в положение «Аварийный режим». После включения контактора *КРН* ток в обмотку возбуждения стартер-генератора *СтГ* протекает от аккумуляторной батареи по цепи: контакт *ВкБ*, провод 1052, шунт *ШЗ*, провод 981, предохранитель *ПР4*, провод 1078, контакт *КРН*, провод 1169, резисторы *Рстг1—Рстг5*, провод 1170, контакт *ПкСтГ*, провод 1083, обмотка возбуждения стартер-генератора *СтГ*, провод 1062, контакт *ВкБ*. Когда начинается

подзаряд аккумуляторной батареи, ток возбуждения протекает от стартер-генератора *СтГ* по цепи: провод *1068*, предохранитель *ПР5*, диод *ДЗБ*, резистор *Рзб*, провод *1078*, контакт *КРН*, резисторы *Рстг1—Рстг5*, контакт *ПкСтГ*, обмотка возбуждения стартер-генератора *СтГ*, вывод *ЯЯ* стартер-генератора.

Заданная величина напряжения стартер-генератора *СтГ* поддерживается за счет регулирования его тока возбуждения путем изменения в зависимости от позиции контроллера машиниста суммарной величины сопротивления резисторов *Рстг1—Рстг5*. Для этого резисторы шунтированы контактами реле *РУ21—РУ24*, катушки которых включены параллельно электромагнитам регулятора частоты вращения дизеля *МР1—МР4*. В зависимости от позиции контроллера машиниста изменяется комбинация включения электромагнитов *МР1—МР4*, а следовательно, реле *РУ21—РУ24* и резисторов *Рстг1—Рстг5*. При аварийной схеме возбуждения напряжение стартер-генератора поддерживается в пределах 110 ± 7 В.

Если рукоятку контроллера машиниста резко перевести с одной из высоких позиций на нулевую, то переключение реле *РУ21—РУ24*, а следовательно, изменение величины сопротивления и тока в цепи обмотки возбуждения стартер-генератора *СтГ* произойдет значительно быстрее, чем частоты вращения дизеля. В результате этого происходит кратковременное увеличение напряжения стартер-генератора *СтГ* выше допустимой величины, что нежелательно. Чтобы предотвратить это явление, установлено реле напряжения *РН*, настроенное на напряжение срабатывания 118—120 В.

Ток в катушке (напряжение срабатывания) реле *РН* регулируют резистором *Ррн*. При срабатывании реле *РН* включает промежуточное реле *РУ25*, которое размыкает свои контакты в цепях, шунтирующих резисторы *Рстг1—Рстг3*. Благодаря этому величина сопротивления в цепи обмотки возбуждения увеличивается, а ток возбуждения и напряжение стартер-генератора *СтГ* уменьшаются. После уменьшения напряжения реле *РН* и *РУ25* отпадают. При работе регулятора напряжения *АРН* контакт *ПкСтГ* разрывает цепь питания катушки реле *РН*.

Управление работой электродвигателя тормозного компрессора. Компрессор приводится электродвигателем *ЭК*, получающим питание от стартер-генератора *СтГ*. В связи с большим потреблением энергии питание электродвигателя *ЭК* от аккумуляторной батареи не предусмотрено. Включение и отключение электродвигателя *ЭК* осуществляются автоматически при помощи реле давления *РДК*, контакт которого размыкается при давлении воздуха 9 кгс/см² и замыкается при давлении 7,5 кгс/см².

Во время пуска дизеля электродвигатель компрессора отключен, но после завершения пуска контакты реле *РУ6* замы-

кают цепь питания катушек аппаратов, обеспечивающих его работу. При этом включаются: контактор *КВК*, замыкающий цепь обмотки возбуждения электродвигателя *ЭК*, вентиль *ВПК*, обеспечивающий уменьшение противодействия воздуха на время пуска электродвигателя *ЭК*, и реле времени *РВ6*, замыкающее контакт в цепи катушки контактора *КТК2*. Включившись, контактор *КТК1* самоблокируется (контактом между проводами *1020* и *1021*), размыкает цепь питания катушки реле времени *РВ6* (контактом между проводами *1027* и *1028*) и замыкает силовым контактом цепь якоря электродвигателя *ЭК*. Ток протекает по цепи: вывод *Я* стартер-генератора *СтГ*, провод *1068*, предохранитель *ПР2* (350 А), провод *1069*, контакт *КТК1*, шина *1071Ш*, провод *1070*, резистор *Ртк*, провода *1072*, *1073* и *1074*, цепь якоря электродвигателя *ЭК*, провода *1075*, *1076* и *1062*, вывод *ЯЯ* стартер-генератора *СтГ*.

Резистор *Ртк* ограничивает величину пускового тока электродвигателя *ЭК*. С этой же целью (уменьшение пускового тока) снижают противодействие воздуха и замыкают цепь обмотки возбуждения *ЭК* раньше, чем контактор *КТК1* замкнет цепь якоря. Через 1,5—2 с (время, достаточное для уменьшения тока в цепи якоря *ЭК*) замыкается контакт реле *РВ6* между проводами *1021* и *1023* и включается контактор *КТК2*, шунтирующий пусковой резистор *Ртк* и отключающий вентиль *ВПК*. Происходит второй толчок тока в цепи якоря электродвигателя *ЭК*, затем по мере увеличения частоты вращения ток уменьшается, достигая своего номинального значения.

Когда давление воздуха в системе станет равным 9 кгс/см², разомкнется контакт реле давления *РДК* между проводами *1017* и *1018*. Контакторы *КВК*, *КТК1*, *КТК2* и, следовательно, электродвигатель *ЭК* отключаются. При уменьшении давления до 7,5 кгс/см² контакт реле *РДК* замыкается и процесс пуска электродвигателя *ЭК* происходит в описанном выше порядке.

Автоматический выключатель *АВ8* «Компрессор», установленный в высоковольтной камере, служит для защиты цепи, но им можно пользоваться, когда есть необходимость вручную включить или отключить электродвигатель компрессора (при настройке реле *РДК* и др.). По условиям работы воздухоочистителя дизеля необходимо, чтобы вентиль *ВВО* его сервомотора включался периодически (см. гл. III). Для этого катушка вентили *ВВО* включена параллельно катушке контактора *КТК2*.

Изменение частоты вращения вала дизеля осуществляют контроллером машиниста *КМ*, главная рукоятка которого имеет нулевую и пятнадцать рабочих позиций. Чтобы перевести главную рукоятку контроллера из нулевой в одну из рабочих позиций, необходимо реверсивную рукоятку контроллера установить в положение «Вперед» или «Назад». На каждой позиции замкнуты определенные контакты контроллера. От контак-

тов 4, 5, 6 и 7 получают питание электромагниты *МР1—МР4* регулятора частоты вращения дизеля, причем каждой комбинации включения электромагнитов соответствует определенная затяжка всережимной пружины и, следовательно, определенная частота вращения вала дизеля, которую поддерживает регулятор. Значения частоты вращения вала дизеля и допустимые отклонения ее от заданной величины на различных позициях контроллера машиниста следующие:

Позиция контроллера	0	I	II	III	IV	V	VI	VII
Частота вращения вала дизеля, об/мин	350 ±20	350 ±20	395 ±20	445 ±20	490 ±20	535 ±20	580 ±20	630 ±20
Позиция контроллера	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Частота вращения вала дизеля, об/мин	675 ±20	720 ±20	770 ±20	815 ±20	860 ±20	910 ±20	955 ±20	1000 ±10

Из описания пуска дизеля известно, что при работе его на холостом ходу (нулевая позиция контроллера) включен вентиль *ВТН*, отключающий один ряд топливных насосов. Если частоту вращения дизеля увеличивают, не включая нагрузку, то на I позиции вентиль *ВТН* остается включенным, а на II позиции отключается контактом реле *РУ4*, размыкающим цепь между проводами 718 и 719. Ранее отключенные топливные насосы вступают в работу. Катушка реле *РУ4* получает питание при замыкании контакта 3 контроллера по проводам 624, 625 и 627. При работе дизеля под нагрузкой вентиль *ВТН* отключается уже на I позиции контроллера контактом реле *РВ2*, который разрывает цепь между проводами 717 и 718.

Приведение тепловоза в движение осуществляют следующим образом. Устанавливают реверсивную рукоятку контроллера машиниста в положение, соответствующее желательному направлению движения — «Вперед» или «Назад». Для дальнейшего рассмотрения примем, что рукоятка установлена в положение «Вперед». Включают на пульте управления автоматический выключатель *АВ1* «Управление тепловозом». Переводят главную рукоятку контроллера на I позицию.

При этом электрические аппараты включаются в такой последовательности. Получает питание катушка электропневматического вентиля *Рв* реверсора *Р* по цепи: выключатель *АВ6* «Управление», провода 829 и 835, контакты 2 и 1 контроллера, провод 500, выключатель *АВ1* «Управление тепловозом», провода 501 и 502, контакт устройства блокировки тормоза *УБТ*, провода 503 и 504, контакт электропневматического клапана автостопа *ЭПКА* (замкнут накоротко временно по указанию ЦТ МПС), провода 505, 506 и 508, контакт реле *РУ9* (реле включено, см. схему), провода 509, 510 и 512, контакт *ВП* реверсивной рукоятки контроллера, провода 513, 514 и 516, катушка *Рв*, провод 1234, клемма 1/4 «минус». Кулачковый вал реверсора поворачивается и замыкает силовые контакты

реверсора *P* в цепях тяговых электродвигателей и блокировочный контакт *P* в цепи управления (на схеме эти контакты показаны в замкнутом положении).

После замыкания контактов реверсора *P* между проводами 517 и 518 получает питание катушка реле *PВ2* по цепи: провод 525, контакты реле *PУ3* (защита дизеля по температуре воды и масла), реле *PУ2* (защита дизеля по давлению масла), реле *PУ5* (защита генератора и выпрямительной установки от внешних коротких замыканий), реле *РМ2* (защита от внутренних коротких замыканий), контакт реле заземления *PЗ*, контакт реле давления воздуха *РДВ*, контакты блокировочных устройств дверей высоковольтной камеры *БД1—БД3* и выпрямительной установки *БД4* и *БД5*, провода 549 и 550, контакт реле *PУ4* (блокировка 1 позиции), провод 551 (описание перечисленных защитных устройств будет дано ниже).

Реле *PВ2* включается и без выдержки времени замыкает своим контактом, имеющим выдержку времени на размыкание 2 с, цепь катушек электропневматических вентилей поездных контакторов *КП1—КП6*. Катушки электропневматических вентилей поездных контакторов *КП1—КП6* получают питание от выключателя *АВ5* «Топливный насос» по цепи: контакт ключа *Кн5*, тумблеры *Т64* и *Т65*, клеммы 3/17—18, провод 571, контакт реле *PВ2*, провод 572, контакты отключателей тяговых электродвигателей (тумблеры) *ОМ1—ОМ6*, провода 573—578. Включившись, контакторы *КП1—КП6* силовыми контактами подключают тяговые электродвигатели *ЭТ1—ЭТ6* к выпрямительной установке *ВУ*, а блокировочными контактами замыкают цепь питания (между проводами 556—562) катушек контакторов возбуждения *КВВ* и *КВГ*.

Контактор *КВГ* силовым контактом (между проводами 410 и 411) подключает обмотку возбуждения генератора *Г* к блоку возбуждения *БВГ*, а блокировочным контактом (между проводами 554 и 555) шунтирует контакт реле *PУ4* в цепи катушек реле *PВ2* и контакторов *КВВ* и *КВГ*. Силовой контакт контактора *КВВ*, включенный между проводами 391 и 392, замыкает цепь питания обмотки возбуждения синхронного возбудителя *СВ*, а блокировочный контакт *КВВ*, включенный между проводами 381 и 382, замыкает цепь питания напряжением 110 В (постоянного тока) блока управления возбуждением *БУВ*. После включения контакторов *КВВ* и *КВГ* система автоматического регулирования возбуждает тяговый генератор *Г*, на клеммах генератора появляется напряжение, тяговые электродвигатели начинают вращаться, тепловоз приводится в движение.

Изменение мощности тепловоза, а следовательно, режима его движения производят перемещением рукоятки контроллера машиниста, т. е. изменением частоты вращения дизель-генератора. При этом регулирование параметров дизеля и электропе-

редачи осуществляется автоматически регулятором дизеля и САР. Принцип работы этих устройств описан выше.

При переводе главной рукоятки контроллера машиниста с рабочей позиции в нулевую разрывается цепь питания катушек контакторов *КВВ*, *КВГ* и реле *РВ2*. Контактторы *КВВ* и *КВГ* отключаются, разрывая цепи возбуждения тягового генератора. С этого момента ток в цепи тяговых электродвигателей начинает быстро уменьшаться. Через 2 с размыкается контакт реле *РВ2* между проводами 571 и 572 в цепи катушек поездных контакторов *КП1—КП6*. Контактторы выключаются и разрывают цепи питания тяговых электродвигателей. Благодаря выдержке 2 с, в момент размыкания силовых цепей токи в них имеют небольшую величину, что предохраняет контакты контакторов *КП1—КП6* от повреждения электрической дугой (подгаров) и увеличивает их срок службы.

Работа при маневрах может осуществляться при помощи кнопки «Маневр», установленной для удобства пользования около бокового окна кабины со стороны машиниста. При этом рукоятку контроллера оставляют в нулевой позиции, включают выключатель «Управление тепловозом», нажимают и удерживают в нажатом состоянии кнопку «Маневр». Питание на выключатель «Управление тепловозом» и далее на все аппараты, обеспечивающие движение тепловоза, подается от выключателя «Управление» по цепи: провода 829, 835 и 622, контакт кнопки *Кн1* «Маневр», провода 623 и 500. Чтобы выключить аппараты, кнопку отпускают. Тяговая характеристика при нажатой кнопке «Маневр» соответствует I позиции контроллера машиниста.

Отключение тягового электродвигателя в случае его повреждения производят соответствующим отключателем (тумблером) *ОМ1—ОМ6*. Предположим, что поврежден электродвигатель *ЭТ1*. Тогда при установке отключателя *ОМ1* в отключенное положение контакт его между проводами 572 и 573 разомкнет цепь катушки поездного контактора *КП1*, контакт между проводами 564 и 565 шунтирует контакты контактора *КП1* в цепи катушек контакторов возбуждения *КВВ* и *КВГ*, а контакт между проводами 370 и 373 замкнет накоротко резистор *R_{нд}*, уменьшая тем самым мощность, поддерживаемую САР.

Аналогичные переключения в схеме произойдут при отключении любого другого отключателя. Теперь при переводе главной рукоятки контроллера с нулевой позиции на рабочие включатся все аппараты, обеспечивающие движение тепловоза, кроме отключенного поездного контактора.

Приведение тепловоза в движение при аварийном возбуждении генератора. Переключатель *ПВА* устанавливают в положение «Аварийное возбуждение», при котором замкнуты контакты *Р7—Р5*, *Р4—Р3* и *Р4—Р1*. При этом в цепь обмотки возбуждения возбуждателя *СВ* вводится резистор *R_{ва}* и замыкаются накоротко тиристоры *Т1* и *Т2* блока *БВГ*, в связи с чем ток

возбуждения выпрямляется неуправляемым мостом *Д1—Д4*. Затем устанавливают в требуемое положение реверсивную рукоятку контроллера машиниста, включают выключатель «Управление тепловозом», переводят главную рукоятку контроллера на 1 позицию. Включаются реле *РВ2*, поездные контакторы *КП1—КП6*, контакторы возбуждения *КВВ* и *КВГ*. Тепловоз приводится в движение. После включения контактора *КВВ* включается реле *РУ12*, катушка которого получает питание по цепи: клеммы *7/1—5*, провод *391*, контакт *КВВ*, провода *392* и *389*, контакт (*Р7—Р5*) *ПВА*, провод *388*, катушка реле *РУ12*, провод *1221*, клеммы *1/1—15*. Реле *РУ12* контактом между проводами *631* и *632* замыкает цепь питания катушки контактора аварийного возбуждения *КВА*, контактом между проводами *344* и *336* отключает блок *ББ2* устройства защиты от боксования (устройство защиты от боксования при аварийном возбуждении не может работать из-за низкого напряжения на *СВ* в этом режиме).

Для плавного трогания тепловоза на первых трех позициях контроллера мощность генератора понижена. На IV позиции включается контактор *КВА*, шунтирующий своим контактом участок *Р2—Р3* резистора *R_{ва}*. Ток возбуждения *СВ* и, следовательно, мощность тягового генератора увеличиваются.

Ослабление поля тяговых электродвигателей производят при работе *САР* и аварийном возбуждении генератора. Включение и выключение контакторов ослабления поля *КШ1* и *КШ2* осуществляют автоматически при помощи реле *РП1* и *РП2*, а в случае выхода их из строя — вручную тумблерами *Тб1* «Ручное управление переходом I» и *Тб2* «Ручное управление переходом II».

Для автоматического управления контакторами *КШ1* и *КШ2* включают выключатель *АВ2* «Управление переходом». При этом питание на катушки контакторов *КШ1* и *КШ2* подается через контакты реле *РП1*, *РП2*. Реле перехода имеет катушки токовую и напряжения. Сигнал, пропорциональный току тягового генератора, поступает от трансформатора постоянного тока *ТрПТ5*, выпрямляется мостом *В1* блока *БС2* и проходит через последовательно включенные токовые катушки реле *РП1* и *РП2* по цепи: мост *В1*, провод *287*, токовая катушка реле *РП2*, провод *288*, токовая катушка реле *РП1*, провод *289*, шунт *Ш6*, провод *290*, резистор *R_{p9}*, провод *320*, участок *Р2—Р3* резистора *R_{p8}*, провода *282* и *312*, мост *В1*. Резистор *R_{рпт}* предназначен для изменения величины тока в катушках реле *РП1* и *РП2* при настройке. Катушки напряжения реле перехода включены на напряжение тягового генератора последовательно с регулируемыми резисторами *R_{рпш1}* и *R_{рпш2}*.

Действие токовой и напряжения катушек реле противоположно, причем катушка напряжения стремится замкнуть контакты реле, а токовая катушка и специальная пружина —

разомкнуть. Если скорость движения тепловоза увеличивается, то напряжение генератора также повышается, а ток уменьшается. Благодаря этому будет усиливаться действие катушки напряжения реле и ослабляться действие токовой катушки. При определенном соотношении напряжения и тока генератора (см. линию включения контактора *КШ1* на рис. 78) реле *РП1* включится и замкнет свой контакт в цепи катушек контактора *КШ1*. Контактор *КШ1*, включившись, силовыми контактами подключает параллельно обмоткам возбуждения электродвигателей *ЭТ1—ЭТ6* соответствующие участки резисторов ослабления возбуждения *R_{ш1}—R_{ш6}*.

Одновременно замыкаются контакты контактора *КШ1* между проводами 452 и 453, 454 в цепи катушки напряжения реле *РП2*, подготавливая реле *РП2* к включению. Контакты контактора *КШ1* между проводами 448 и 449 размыкаются и вводят в цепь катушки напряжения реле *РП1* участок *Р1—Р3* резистора *R_{ршп1}*, подготавливая реле *РП1* к отпаданию. Если скорость движения тепловоза продолжает увеличиваться, то при новом соотношении тока и напряжения генератора (см. линию включения контактора *КШ2* на рис. 78) включится реле *РП2* и контактор *КШ2*. Силовые контакты *КШ2* замыкают цепи резисторов ослабления возбуждения *R_{ш1}—R_{ш6}*, а блокировочный контакт контактора *КШ2*, разомкнувшись между проводами 450 и 451, подготавливает реле *РП2* к отпаданию.

Отпадание реле перехода происходит при соотношениях тока и напряжения генератора, показанных на рис. 78 (см. линии выключения контакторов *КШ2* и *КШ1*), причем вначале отпадает реле *РП2* и контактор *КШ2*, затем реле *РП1* и контактор *КШ1*. Требуемая последовательность срабатывания и отпадания реле перехода достигается соответствующей настройкой величин сопротивлений в цепях катушек напряжения реле *РП1* и *РП2*.

При ручном управлении контакторами ослабления возбуждения выключают выключатель «Управление переходом» и пользуются тумблерами *Т61* и *Т62*. До XII позиции контроллера машиниста включено реле *РУ1*, а его контакт между проводами 604 и 605 в цепи катушек контактора *КШ1* разомкнут. В связи с этим ослабление возбуждения тяговых электродвигателей при ручном управлении возможно только на позициях выше XII, а на более низких позициях электродвигатели работают с полным возбуждением. Чтобы обеспечить требуемую последовательность включения контакторов (сначала *КШ1*, затем *КШ2*), в цепь ручного включения контактора *КШ2* введен замыкающий контакт контактора *КШ1* (между проводами 609 и 313), а тумблер *Т62* включен после тумблера *Т61*.

Регулирование температуры воды и масла в системах дизеля осуществляют двумя путями: регулированием частоты вращения вентиляторов охлаждающих устройств (см. гл. III) и

открыванием и закрыванием жалюзи. Жалюзи имеют пневматический привод, которым управляют при помощи электропневматических вентилях ВЖВ и ВЖМ. Управление может быть автоматическим под контролем термореле РТВ2-65° и РТМ2-62° или ручным посредством тумблеров Т67 «Жалюзи воды» и Т68 «Жалюзи масла».

При автоматическом управлении тумблеры Т67 и Т68 устанавливаются в положение «Автоматическое». При этом питание катушки вентиля ВЖВ осуществляется по цепи: клеммы 7/1—5, провода 856х2 и 857, автоматический выключатель АВ7 «Вспомогательные цепи» (предназначен для защиты, установлен в высоковольтной камере), провод 858х2, контакт 19 ключа КБ, провода 1005 и 1007, контакт Т67, провода 1009 и 962, контакт термореле РТВ-65°, провод 955. Когда температура воды на выходе из дизеля достигнет 65°С, контакт термореле РТВ2=65° замкнет цепь питания катушки вентиля ВЖВ и жалюзи откроются. При уменьшении температуры воды ниже 65°С контакты термореле отключают вентиль ВЖВ, жалюзи закрываются.

Питание катушки вентиля ВЖМ привода жалюзи системы охлаждения масла осуществляется по цепи: выключатель «Вспомогательные цепи», провод 858х2, контакт 17 ключа КБ, провода 1011 и 1014, контакт Т68, провода 1015 и 965, контакт термореле РТМ2-62°, провод 958. При температуре масла на входе в дизель 62°С замыкается контакт термореле РТМ2-62°, включается вентиль ВЖМ, жалюзи открываются. Когда температура масла становится меньше 62°С, контакт термореле размыкается, отключается вентиль ВЖМ и закрываются жалюзи.

При ручном управлении пользуются тумблерами «Жалюзи воды» и «Жалюзи масла», устанавливая их в положение «Ручное», если нужно включить вентили (открыть жалюзи), и в нейтральное положение, если нужно вентили выключить (закрыть жалюзи). У данных тумблеров все три положения фиксированные. Температуру воды и масла измеряют дистанционными электротермометрами, указатели которых установлены на пульте управления. Ориентируясь по их показаниям, машинист управляет жалюзи.

Подача песка под колесные пары производится машинистом нажатием кнопки Кн8 с ножным приводом. При этом получает питание катушка электропневматического вентиля песочницы ВП1 по цепи: выключатель «Вспомогательные цепи», провода 858х2, 859, 860, 862, 863, 864 и 875, контакт кнопки Кн8, провода 887, 888 и 890, контакт реверсора Р «Вперед», провод 891. Если реверсор стоит в положении «Назад», то включится вентиль ВП2, так как контакт реверсора Р «Вперед» будет разомкнут, а контакт реверсора Р «Назад» — замкнут. Цепочка (провод 863, контакты реверсивной рукоятки КМ, провода 892, 893 и 895, контакты реле РУ11 и РУ9, провод 897), шунтирующая кнопку Кн8, обеспечивает включение вентилях

песочниц (подачу песка) при экстренном торможении и аварийной остановке поезда (подробнее см. ниже).

Звуковые сигналы могут быть поданы машинистом или его помощником. Для этого на их рабочих местах в кабине машиниста установлены кнопки *Кнб-1*, *Кнб-2* «Тифон» и кнопки *Кнб-3*, *Кнб-4* «Свисток». При нажатии на кнопку включается электропневматический вентиль *ВЗС2* или *ВЗС4* и подается воздух в соответствующий звуковой сигнал. Вентили *ВЗС1* и *ВЗС3* установлены в пульте управления кабины № 2. Питание на кнопки *Кнб-1—Кнб-4* поступает от выключателя «Вспомогательные цепи». Звуковой сигнал «Тифон» (вентиль *ВЗС2*) включается также при замыкании между проводами 867 и 873 контактов ключа «Аварийный останов тепловоза».

Звуковой сигнал для вызова помощника машиниста из машинного помещения включают нажатием на пульте управления кнопки *Кн7* «Вызов помощника». При этом получает питание катушка электропневматического вентиля *ВВП*, который подает воздух в звуковой сигнал, установленный в машинном помещении.

Защитные устройства. Защита от произвольного трогания тепловоза (блокировка I позиции) выполнена при помощи реле *РУ4*, размыкающие контакты которого включены в цепь питания катушек контакторов возбуждения *КВВ*, *КВГ* и реле *РВ2*. Если действия машиниста правильные, т. е. перед троганием тепловоза главная рукоятка контроллера установлена на нулевую позицию, включен выключатель «Управление тепловозом», затем рукоятка контроллера переведена на первую и последующие позиции, то на I позиции через замкнутый контакт реле *РУ4* получит питание катушка *РВ2*, а после включения контакторов *КП1—КП6* — катушки контакторов *КВВ* и *КВГ*. Контакт контактора *КВГ* между проводами 554 и 555 шунтирует контакт реле *РУ4*, поэтому на позициях II—XV, когда реле *РУ4* включено и контакт его между проводами 550 и 556 разомкнут, питание катушек реле *РВ2* и контакторов *КВВ* и *КВГ* не прерывается. Если же по ошибке выключатель «Управление тепловозом» будет включен в то время, когда рукоятка контроллера находится на любой позиции выше первой, то реле *РВ2* и контакторы *КВВ* и *КВГ* не включатся, так как будет разомкнут контакт реле *РУ4*.

Защита локомотивной бригады от поражения высоким напряжением осуществляется при помощи конечных выключателей *БД1—БД3*, расположенных в высоковольтной камере, и конечных выключателей *БД4*, *БД5*, расположенных в выпрямительной установке. Створки дверей высоковольтной камеры и выпрямительной установки при закрывании нажимают на штоки соответствующих конечных выключателей, а они замыкают свои контакты в цепи питания катушек реле *РВ2* и контакторов возбуждения *КВВ* и *КВГ*. Если

при движении тепловоза одну из дверей открыть, то в результате размыкания контакта конечного выключателя указанные выше аппараты, а следовательно, и поездные контакторы отключатся. С генератора будет снято возбуждение, а силовые цепи будут разомкнуты. Замкнется контакт контактора *КВВ* между проводами 589 и 590, загорится сигнальная лампа *ЛС1* «Сброс нагрузки».

Защита от понижения давления воздуха в тормозной магистрали осуществляется реле давления *РДВ*. Контакт реле *РДВ*, включенный между проводами 543 и 544, разрывает цепь питания катушек реле *РВ2* и контакторов возбуждения *КВВ* и *КВГ*, если давление воздуха в тормозной магистрали уменьшится до 3,2 кгс/см². После отключения контактора *КВВ* загорается сигнальная лампа *ЛС1* «Сброс нагрузки». Замыкаются контакты реле *РДВ* при давлении воздуха 5 кгс/см².

Защита генератора и выпрямительной установки от токов:

а) внешних коротких замыканий осуществляется реле *РМ1*. Катушка реле *РМ1* включена во вторичную цепь трансформатора постоянного тока *ТрПТ5*, благодаря чему ток в ней пропорционален выпрямленному току генератора. При помощи резистора R_{PM1} реле настраивают так, чтобы оно срабатывало при токе генератора (на выходе выпрямительной установки) 8300—8700 А. Реле *РМ1* при срабатывании включает реле *РУ5*, которое контактом между проводами 710 и 715 самоблокируется, а контактом между клеммами 5/5 и 5/3 разрывает цепь питания катушек реле *РВ2* и контакторов *КВВ* и *КВГ*. Загорается сигнальная лампа *ЛС1* «Сброс нагрузки». Чтобы отключить реле *РУ5*, необходимо выключить выключатель *АВ6* «Управление»;

б) внутренних коротких замыканий (например, при пробое плеча) осуществляется реле *РМ2*, катушка которого включена между нулевыми точками «звезд» статорной обмотки генератора. При срабатывании реле *РМ2* разрывает цепь питания катушек реле *РВ2* и контакторов *КВВ* и *КВГ*. С генератора снимается возбуждение, размыкаются силовые цепи, загорается сигнальная лампа *ЛС1* «Сброс нагрузки». Во включенном положении реле *РМ2* удерживается защелкой.

Защита силовой цепи от нарушения изоляции осуществляется реле заземления *РЗ*. Катушка реле включена между корпусом тепловоза и проводами силовой цепи, связанными с клеммами «минус» выпрямительной установки. Последовательно с катушкой реле заземления включены токоограничивающий резистор $R_{PЗ}$ и выключатель реле *ВкРЗ*. Реле *РЗ* включается при пробое изоляции на корпус в любой точке силовой цепи от клемм «плюс» выпрямительной установки до клемм *Я* тяговых электродвигателей, а также при «круговом огне» на коллекторе любого тягового электродвигателя.

Контакт реле *РЗ* разрывает цепь питания катушек реле *РВ2* и контакторов *КВВ* и *КВГ*. Загорается лампа *ЛС1* «Сброс нагрузки». После замыкания силовой цепи реле *РЗ* удерживается во включенном положении защелкой.

После срабатывания защиты рукоятку контроллера устанавливают на нулевую позицию и определяют место повреждения изоляции. Если изоляция повреждена в цепи одного из тяговых электродвигателей или в нем самом, то электродвигатель отключают соответствующим тумблером *ОМ1—ОМ6*. Якорь реле *РЗ* освобождают от защелки и приводят тепловоз в движение. Если поврежденную цепь отключить нельзя, а устранить нарушение изоляции невозможно, то для продолжения движения реле заземления отключают выключателем *ВкРЗ*. Следует помнить, что такой режим движения является аварийным и при первой возможности повреждение изоляции должно быть устранено.

Защита дизеля от перегрева воды и масла осуществляется термореле *РТВ1-96°* (срабатывает при температуре воды 96—98°C) и *РТМ1-88°* (срабатывает при температуре масла 88—90°C). Контакты термореле включены параллельно в цепь катушки реле *РУЗ*. При замыкании любого из них реле включается. Одним контактом реле *РУЗ* самоблокируется (шунтирует контакты термореле); вторым — разрывает цепь питания катушек реле *РВ2* и контакторов *КВВ* и *КВГ*, после чего загорается сигнальная лампа *ЛС1* «Сброс нагрузки»; третьим — включает сигнальную лампу *ЛС2* «Температура воды и масла». Сигнальная лампа *ЛС2* указывает причину, по которой произошел сброс нагрузки.

Защита дизеля от понижения давления масла осуществляется реле давления *РДМ2* и *РДМ4*. При давлении масла ниже $3 \pm 0,25$ кгс/см² запрещается работа дизеля под нагрузкой на позициях выше *Х1*, а при давлении масла ниже $0,5 \pm 0,1$ кгс/см² дизель должен быть остановлен. Реле *РДМ2* настроено на $3 \pm 0,25$ кгс/см². При давлении ниже указанного замыкается контакт реле *РДМ2* в цепи катушки реле *РУ2*. Если в это время контроллер находится на позициях выше *Х1*, то в цепи катушки реле *РУ2* замкнут также контакт реле *РУ1* и реле *РУ2* включается. Одним контактом реле *РУ2* разрывает цепь питания катушек реле *РВ2* и контакторов *КВВ* и *КВГ*, а вторым — замыкает цепь сигнальной лампы *ЛС3* «Давление масла», горение которой одновременно с лампой *ЛС1* «Сброс нагрузки» указывает на причину отключения нагрузки. Если давление масла станет меньше $0,5 \pm 0,1$ кгс/см², разомкнется контакт реле давления *РДМ4* между проводами *33Д* и *34Д* в цепи катушки электромагнита (блок-магнита) *МР6*. Отключение электромагнита *МР6* приводит к остановке дизеля.

Защита от повышения давления в картере дизеля производится дифференциальным манометром, име-

ющим контактное устройство *КДМ*. При нормальной работе в картере дизеля должно быть разряжение 5—100 мм вод. ст. Если же в картере появляется давление более 60 мм вод. ст., замыкается контакт *КДМ* в цепи катушки реле *РУ7*. Включившись, реле *РУ7* одним контактом самоблокируется, а вторым — разрывает цепь питания катушки электромагнита *МР6*. Дизель останавливается. Перед последующим пуском дизеля необходимо выключить кратковременно выключатель «Топливный насос», чтобы отпало реле *РУ7*.

Защита от боксования осуществляется двумя путями: созданием жестких динамических внешних характеристик генератора, а при развитии боксования — ступенчатым уменьшением мощности генератора.

Известно, что при боксовании тяговых электродвигателей уменьшается их ток и, следовательно, ток главного генератора. В соответствии с внешней характеристикой $U_r = f(I_r)$ *САР* начинает увеличивать напряжение генератора, что приводит к повышению тока и крутящего момента небоксующих электродвигателей. В результате этого создаются условия для боксования ранее небоксовавших электродвигателей, т. е. процесс боксования может развиваться, включая все новые (другие) электродвигатели. Кроме того, повышение напряжения генератора приводит к увеличению частоты вращения боксующего электродвигателя. Чтобы противодействовать этому, необходимо во время боксования электродвигателей поддерживать напряжение генератора постоянным, т. е. сделать его внешней характеристикой жесткой. Достигается это следующим образом.

При описании селективного узла *САР* было отмечено, что сигнал обратной связи по току генератора поступает от трансформаторов постоянного тока *ТрПТ1—ТрПТ3*, каждый из которых измеряет суммарный ток двух тяговых электродвигателей. Выпрямительные мосты *В1—В3* блока *БСЗ*, выпрямляющие токи *ТрПТ1—ТрПТ3*, соединены последовательно. Благодаря этому в селективный узел *САР* проходит наибольший из токов трансформаторов. Если начинается боксование, то ток выхода трансформатора тока, включенного в группу, где имеется боксующий электродвигатель, уменьшается. Однако величина тока, протекающего в селективный узел *САР*, практически не изменится, так как он будет поступать от трансформатора тока, измеряющего ток небоксующей пары электродвигателей. Благодаря этому величина напряжения генератора не изменяется. Мощность на клеммах генератора при этом, естественно, уменьшается, однако объединенный регулятор мощности делает с достаточно большой постоянной времени, поэтому он не успевает ее восстанавливать и внешняя характеристика получается достаточно жесткой.

При отсутствии боксования в результате изменения сопротивления движению поезда величина тока изменяется сразу во

всех тяговых электродвигателях. В этом случае величина тока на выходе мостов $B1-B3$ блока $БСЗ$ также изменяется и $САР$ обеспечивает регулирование напряжения генератора по внешней характеристике.

Ступенчатое уменьшение мощности генератора осуществляется, если, несмотря на ограничение напряжения генератора, частота вращения боксующих электродвигателей продолжает увеличиваться. Факт развития боксования устанавливают по увеличению разности токов по группам электродвигателей. Чтобы гальванически разделить цепи $САР$ и системы защиты от боксования, установлены трансформаторы тока $ТТ1-ТТ3$, измеряющие токи трансформаторов постоянного тока $ТрПТ1-ТрПТ3$. Токи трансформаторов $ТТ1-ТТ3$, выпрямляемые диодами $D1$ и $D1'$, $D2$ и $D2'$, $D3$ и $D3'$, протекают по резисторам $R1-R3$, создавая падения напряжения U_1-U_3 .

Напряжения U_1-U_3 , пропорциональные токам в соответствующих группах электродвигателей, сравниваются между собой при помощи моста $B1$ блока $ББ1$, причем напряжение ΔU на выходе моста равно наибольшей разности напряжений. Встречно напряжению ΔU действует напряжение U_p узла регулировки чувствительности, состоящего из потенциометра $Rp8$ и диода $D4$. Падение напряжения на участке $P1-P3$ потенциометра $Rp8$ пропорционально напряжению генератора, так как по нему протекает ток трансформатора постоянного напряжения $ТрПН$. На участке $P2-P3$ потенциометра протекает ток трансформатора постоянного тока $ТрПТ5$, поэтому падение напряжения на нем пропорционально току генератора. Падения напряжения на участках $Rp8$ направлены встречно друг другу, поэтому напряжение U_p является их разностью. При больших токах генератора напряжение U_p имеет полярность: «плюс» на клемме $P2$, «минус» на клемме $P1$. По мере уменьшения тока генератора величина U_p также уменьшается, пока не станет равной нулю. При дальнейшем уменьшении тока генератора открывается диод $D4$ и шунтирует потенциометр $Rp8$, препятствуя возникновению на нем напряжения обратной полярности, которое могло бы вызвать ложное срабатывание защиты. Изменение величины U_p в функции тока генератора I_r (выпрямленное значение) на различных позициях контроллера машиниста показано на рис. 84.

Разность напряжений $U_{вх} = \Delta U - U_p$ поступает на вход полупроводникового усилителя (блок $ББ2$), на выходе которого включено реле боксования $РБ$. Усилитель получает питание от распределительного трансформатора $ТрП1$. При напряжении на входе усилителя $U_{вх} \approx 3В$ напряжение на выходе составляет 12—13 В, что достаточно для срабатывания реле $РБ$. Включившись, реле $РБ$ контактом между проводами 377 и 378 вводит в цепь уставок по мощности, току и напряжению участок $P7-P8$ потенциометра $Rp7$, в результате чего происходит уменьше-

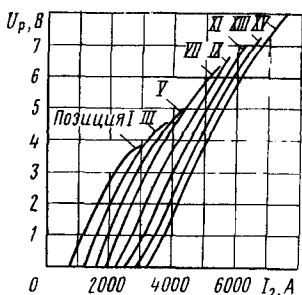


Рис 84 Изменение величины напряжения узла регулировки чувствительности U_p в зависимости от выпрямленного значения тока генератора I_r на различных позициях контроллера машиниста

ние мощности на клеммах генератора, контактом между проводами 314 и 633 включает электромагнит МР5 регулятора дизеля, который устанавливает индуктивный датчик ИД в положение, соответствующее минимальному сигналу на $R_{ид}$, что обеспечивает дополнительное уменьшение мощности генератора; контактом между проводами П105 и П104 замыкает цепь звукового сигнала о боксовании. Катушка звукового сигнала получает питание от выключателя АВ7 «Вспомогательные цепи».

Уменьшение мощности генератора ($\sim$ на 50%) приводит к прекращению боксования, напряжение $U_{вх}$ уменьшается, и реле РБ отпадает, восстанавливая величину мощности генератора. Отпадение реле РБ происходит при $U_{вх} = 1,8 \div 1,9$ В.

Наличие в системе защиты от боксования узла регулировки чувствительности существенно улучшает ее работу. Дело в том, что в силу различия характеристик тяговых электродвигателей и трансформаторов тока даже при отсутствии боксования на выходе моста В1 блока ББ1 имеется напряжение ΔU . Величина ΔU тем больше, чем больше величина тока в электродвигателях. Напряжение U_p узла регулировки чувствительности, направленное встречно ΔU , также изменяется в функции тока (см. рис. 84) и компенсирует в определенной степени ложный сигнал ΔU . Благодаря этому чувствительность защиты от боксования на тепловозах ТЭП70 существенно выше, чем у тепловозов ТЭП60, особенно при работе на ослабленном возбуждении тяговых электродвигателей.

При аварийном отключении тягового электродвигателя цепь сигнала от соответствующего резистора $R1-R3$ разрывается контактами одного из поездных контакторов КП1—КП6, чем предотвращается ложное срабатывание защиты.

Экстренное торможение поезда осуществляют поездным краном машиниста. При этом контроллер крана КМТ устанавливается в шестое положение и размыкает свой контакт между проводами 839 и 840 в цепи катушки реле РУ9. Выключившись, реле РУ9 контактом между проводами 508 и 509 разрывает цепь питания катушек реле РВ2 и контакторов возбуждения КВВ и КВГ, благодаря чему с генератора снимается возбуждение и отключаются тяговые электродвигатели; контактом между проводами Т73 и Т65 (на схеме не показан) включает блок электропневматического тормоза, благодаря чему наступает режим торможения; контактом между проводами 895 и 897

замыкает цепь питания катушек вентилях песочниц *ВП1* или *ВП2*, обеспечивающих подачу под колеса песка. Когда скорость движения уменьшается до 10 км/ч, замыкается контакт *0—10 КРУ* скоростемера и включается реле *РУ11* (на схеме не показано). Реле *РУ11* размыкает свой контакт между проводами 895 и 897 в цепи катушек вентилях *ВП1* и *ВП2*, прекращая подачу песка. Тумблерами *Т612* «Автостоп» и *Т66* «Шунтировка контакта *ЭПКА*» в случае необходимости (при отключенном автостопе и др.) шунтируют разомкнутые контакты *КМТ* и *ЭПКА*, что исключает ложное отключение реле *РУ9*.

Аварийная остановка поезда на тепловозе ТЭП70 полностью автоматизирована. При аварийной ситуации машинист, взявшись за кольцо ключа *Кн5* «Аварийный останов тепловоза», должен выдернуть его, освободив шток контактного устройства. В дальнейшем все операции по остановке поезда будут происходить автоматически. Контакт *Кн5* между проводами 789 и 790 разрывает цепь питания катушек контактора топливного насоса *КТН* и электромагнита *МР6*; дизель останавливается. Если работа происходит по системе двух единиц, то контакт *Кн5* между проводами 776 и 777 отключит контактор *КТН* и электромагнит *МР6* ведомого тепловоза, обеспечив остановку его дизеля.

Контакт *Кн5* между проводами 827 и 838 разрывает цепь питания катушки реле *РУ9*, которое, как описано выше, снимает нагрузку с генератора, включает электропневматический тормоз и обеспечивает подачу песка при скоростях движения выше 10 км/ч. Контакт *Кн5* между проводами 867 и 873 включает звуковой сигнал-тифон (вентиль *ВЗС2*). Ключ, оставшийся у машиниста, может служить доказательством того, что им приняты меры по аварийной остановке поезда.

Перевод управления тепловозом из одной кабины в другую без остановки дизеля. На пульте управления № 2, на который переводят управление, включают выключатель «Топливный насос». На пульте № 1 устанавливают главную рукоятку контроллера на нулевую позицию, реверсивную рукоятку контроллера устанавливают на нуль и снимают, выключают выключатели «Управление тепловозом» и «Управление», производят необходимые переключения в тормозной системе. Затем переводят блокировочный ключ *КБ*, установленный в высоковольтной камере, из положения *1ПУ* (первый пульт) в положение *2ПУ* (второй пульт). При этом контактор топливного насоса *КТН* остается включенным благодаря тому, что контакт *КТН* между проводами 784 и 785 шунтирует размыкающийся контакт 27 ключа *КБ*. После этого на пульте № 1 можно выключить выключатель «Топливный насос».

Работа тепловозов по системе двух единиц. При работе по системе двух единиц тепловозы связаны электрическими межтепловозными соединениями *ШРМ1* и *ШРМ2*, розетки которых

расположены с одной стороны тепловоза у кабины № 2. Провода, идущие от клемм пульты № 2 к розеткам межтепловозных соединений имеют те же номера, что и гнезда розеток. Штепсели (вилки) межтепловозных соединений связаны между собой проводами в соответствии с таблицами на рис. 83. В соединении *ШРМ2* имеются четыре резервных провода, подключенных к штепселям 024—027.

Управление тепловозами осуществляется с пультов управления кабин № 1. Катушки аппаратов ведущего и ведомого тепловозов получают питание от аккумуляторной батареи и стартер-генератора ведущего тепловоза через выключатели, кнопки и контроллер ведущего тепловоза. Исключение составляют цепи питания катушек контакторов топливных насосов *КТН* и электромагнитов (блок-магнитов) *МР6*, которые выполнены по иной схеме для обеспечения перевода управления с одного тепловоза на другой при работающих дизелях. Катушки контактора *КТН* и электромагнита *МР6* ведущего тепловоза получают питание от аккумуляторной батареи ведомого тепловоза, а катушки контактора *КТН* и электромагнита *МР6* ведомого тепловоза — от аккумуляторной батареи ведущего тепловоза. Минусовые клеммы батареи связаны между собой проводами 29—32 межтепловозного соединения *ШРМ2*.

На обоих тепловозах переключатели питания топливных насосов *Т63* должны быть установлены в положение 2Т «Два тепловоза», а блокировочный ключ *КБ* на ведущем тепловозе — в положение *1ПУ* (пульт управления № 1), на ведомом — в среднее (нулевое) положение. Выключатели «Топливный насос» и «Топливный насос II тепловоза» должны быть включены на пультах № 1 обоих тепловозов. На ведомом тепловозе все остальные выключатели на пульте управления отключены.

Для пуска дизеля ведомого тепловоза на пульте управления ведущего тепловоза нажимают кнопку *Кн2* «Пуск дизеля II тепловоза». При этом аппараты, обеспечивающие пуск дизеля на ведомом тепловозе, получают питание по цепи: на ведущем тепловозе — кнопка *Кн2*, провод 754, клемма 12/20 пульта № 1, провод 755, клемма 12/20 пульта № 2, гнездо 17 (*ШРМ1*), штепсели и провод межтепловозного соединения; на ведомом тепловозе — гнездо 18 (*ШРМ1*), клемма 15/1 пульта № 2, провод 746, клемма 3/8 высоковольтной камеры и далее, как при работе одного тепловоза. Включившись, реле *РУ8* ведомого тепловоза шунтирует своим контактом кнопку *Кн2* на ведущем тепловозе, что обеспечивает автоматический пуск дизеля ведомого тепловоза.

О работе дизеля ведомого тепловоза сигнализирует лампа *ЛС6* «Работа дизеля II тепловоза», установленная на пульте № 1 ведущего тепловоза. Лампа *ЛС6* получает питание по цепи: на ведомом тепловозе — клемма 3/14 (в цепи катушки электромагнита *МР6*), провод 805, клемма 13/4 пульта № 2, гнез-

Цепь питания катушек контактора *КТН* и электромагнита *МР6* ведомого тепловоза от аккумуляторной батареи ведущего тепловоза следующая: на ведущем тепловозе—клеммы 7/1—5, провод 782, контакт Т63, провод 773, контакт 31 ключа *КБ*, провод 774, клемма 15/2 пульта № 1, провод 775, контакт выключателя «Топливный насос II тепловоза», провод 776, гнездо 24 (*ШРМ1*), штепсели и провод межтепловозного соединения; на ведомом тепловозе—гнездо 25 (*ШРМ1*), клемма 15/5 пульта № 2, провод 820, клемма 15/5 пульта № 1, клеммы 3/17—18 высоковольтной камеры, провод 20Д (на *МР6*) и провод 797 (на *КТН*).

Для перевода управления с ведущего тепловоза на ведомый необходимо на ведущем тепловозе установить контроллер на нулевую позицию и выключить все выключатели, кроме «Топливный насос» и «Топливный насос II тепловоза», и, нажав кнопку *Кн4* «Сохранение питания топливного насоса», перевести блокировочный ключ *КБ* в среднее (нулевое) положение. Контакты кнопки *Кн4* между проводами 779 и 780 на ведущем тепловозе и контакты контактора *КТН* между проводами 784 и 785 на ведомом тепловозе обеспечивают питание катушек контактора *КТН* и электромагнита *МР6* ведомого тепловоза на время переключения ключа *КБ*. Катушки контактора *КТН* и электромагнита *МР6* ведущего тепловоза получают питание при переключении ключа *КБ* через контакты контактора *КТН* между проводами 784 и 785, которые шунтируют размыкающийся контакт 27 ключа *КБ*. После переключения ключа *КБ* машинист может отпустить кнопку *Кн4*, перейти на ведомый тепловоз и установить там ключ *КБ* в положение *ИПУ* (пульт № 1). После этого управление ведется с ведомого (прежде) тепловоза.

Стеклоочистители, установленные по два в каждой кабине, выполнены с приводом от электродвигателей постоянного тока *ЭС01* и *ЭС02*; напряжение питания 12 В (см. рис. 83).

Управление электродвигателями осуществляется при помощи тумблеров *Т623* и *Т624*, имеющих три фиксированных положения. В среднем положении тумблеров цепи электродвигателей разомкнуты. Если замкнуты контакты 1, 3 и 2, 4 тумблеров, то электродвигатели работают при полном поле с малой частотой вращения. Если замкнуты контакты 1, 5 и 2, 6, то электродвигатели работают при ослабленном возбуждении с большой частотой вращения.

Омыватель лобовых стекол кабины приводится в действие нажатием и последующим отпусканием кнопки *ОЛС*, которая замыкает цепь катушки вентиля *ВОС*, обеспечивающего подачу сжатого воздуха в устройство, разбрызгивающее воду с наружной стороны стекла. Омыватели лобовых стекол на первых опытных тепловозах не установлены.

Обогрев лобовых стекол кабины осуществляется теплым воздухом, который нагревается, проходя через электрические

трубчатые нагревательные элементы *ОС1* и *ОС2*. Включают нагревательные элементы автоматическим выключателем *АВ27* «Обогрев стекол».

Бытовой холодильник устанавливают в кабине № 2. Предусмотрена возможность установки холодильника типа «Морозко» (объем 25 л) или транспортного вихревого холодильника типа *ТВХ-14* (объем 14,5 л). Холодильник «Морозко» включают тумблером *Т626*. Питание подается по цепи: выключатель «Вспомогательные цепи», провода *858х2*, *859* и *861*, клемма *12/17*, провод *1139*, контакт *Т626*, провода *1140* и *1144*. Холодильник *ТВХ-14* приводится в действие электропневматическим вентилем *ВХ*, который получает питание от выключателя «Топливный насос» по цепи: провод *789*, контакт *Кн5*, провода *790* и *820*, клемма *15/5* пульта № 2, провод *712*.

Розетки тепловоза. Снаружи тепловоза под кузовом установлены следующие розетки:

РзВ — для ввода тепловоза в депо при остановленном дизеле. В розетки введены провода от первого и шестого тяговых электродвигателей, которые в данном случае соединены последовательно. Для трогания тепловоза необходимо установить реверсор «Вперед» или «Назад», подсоединить провода от источника внешнего питания к розеткам (при выключенном напряжении), затем подать напряжение и плавно увеличивать его. Величина тока не должна превышать 400 А;

РзР — для подключения измерительных приборов при реостатных испытаниях;

РзВ — для подзаряда аккумуляторной батареи от источника внешнего питания.

Измерительные приборы. Для измерения тока и напряжения на каждом пульте управления установлены: амперметр *А1* со шкалой 0—10 000 А для измерения выпрямленного тока тягового генератора, подключенный к шунту *Ш1*; вольтметр *В1* со шкалой 0—1000 В для измерения выпрямленного напряжения тягового генератора, включенный через добавочный резистор *Rv₁*; амперметр *А3* со шкалой 150—0—150 А для измерения токов заряда и разряда аккумуляторной батареи, подключенный к шунту *Ш3*; вольтметр *В2* со шкалой 0—150 В с переключателем *Т610* для измерения напряжения цепей управления и электропневматического тормоза. Остальные амперметры и вольтметры, показанные на схеме, устанавливают на реостатном стенде и подключают при испытаниях тепловоза через розетку *РзР*.

Для измерения температуры и давления в системах дизеля на обоих пультах управления установлены указатели дистанционных электрических термометров *ТЭ1* и *ТЭ2*, измеряющие соответственно температуру воды на выходе из дизеля и температуру масла на входе в дизель, и указатель дистанционного электрического манометра *МЭ1*, измеряющий давление

масла на входе в дизель. Предусмотрена возможность измерения температуры воды на выходе из дизеля и давления масла на входе в дизель ведомого тепловоза. Для этого указатели *TЭ1* и *MЭ1* переключателя тумблерами *T620* и *T621* (установлены на пульте управления № 1) с приемников «своего» тепловоза на приемники ведомого тепловоза. Напряжение питания 110 В подается на цепи термометров и манометров через выключатели «Манометры и термометры», установленные на пультах управления.

Резисторы *R1—R12* уменьшают напряжение питания приборов до требуемой величины ($27\text{В} \pm 10\%$). Благодаря тому что резисторы *R1—R12* включены и в плюсовой, и в минусовой цепи приборов, при замыкании на «землю» в любой точке (в самих приборах или в соединительных проводах) один из резисторов ограничит ток, протекающий через прибор, до некоторой допустимой для прибора величины, что предотвращает его повреждение.

Для измерения сопротивления изоляции низковольтных цепей, получающих питание от стартер-генератора и аккумуляторной батареи, на высоковольтной камере установлен вольтметр *VΩ* типа М151 с переключателем *ΠVΩ* типа Π1821. Переключатель имеет три положения и позволяет вольтметр поочередно измерить: напряжение сети U_c , напряжение между минусовыми проводами и корпусом тепловоза U_- , напряжение между плюсовыми проводами и корпусом U_+ . Если, кроме этих напряжений, известна величина сопротивления вольтметра R_v , то сопротивление изоляции всей цепи $R_{из}$ можно определить

$$R_{из} = R_v \left(\frac{U_c}{U_- + U_+} - 1 \right).$$

Для упрощения пользования прибором на табличке переключателя нанесены четыре шкалы, на которых отмечены величины напряжения U и соответствующие им значения сопротивления изоляции $R_{из}$. Каждая шкала рассчитана для определенной величины напряжения сети $U_c = 110, 100, 96$ и 90 В. Величины U_c выбраны такими, которые чаще бывают при эксплуатации.

Порядок измерений следующий: измеряют напряжения во всех положениях переключателя, определяют напряжение $U = U_- + U_+$. Затем по шкале для данного U_c отсчитывают сопротивление изоляции против полученной величины U . Если не производится измерение сопротивления изоляции, то рукоятка переключателя должна стоять в положении U_c . Вольтметр при этом будет показывать напряжение цепей управления (сети).

Приборы для определения неисправностей. Этот прибор, установленный на высоковольтной камере, позволяет быстро определить несработавшие аппараты в двух наиболее ответственных цепях: в цепи включения нагрузки (реле *PВ2*, контакто-

ры *КВВ* и *КВГ*) и в цепи катушки контактора пуска дизеля *КД*. Он представляет собой миллиамперметр *У* на ток 10 мА, подключенный к контактам аппаратов управления через высокоомные резисторы *R13—R26* (см. схему контроля неисправностей, рис. 83). Шкала миллиамперметра имеет 10 делений. В зависимости от числа замкнувшихся контактов изменяется количество параллельно включенных резисторов и, следовательно, ток в цепи миллиамперметра. Чем больше замкнуто контактов, тем больше величина тока.

Рядом с прибором прикреплена табличка, в которой приведены показания миллиамперметра в делениях и соответствующие им обозначения несработавших аппаратов. Поскольку цепи нагрузки и пуска дизеля никогда не включаются одновременно, стало возможным использовать один миллиамперметр для контроля двух цепей. Тумблер *T622* служит для отключения прибора. Величина сопротивления резисторов *R13—R26* выбрана достаточно большой (100—110 кОм), чтобы реле *PВ2* и контакторы *КВВ*, *КВГ* и *КД* не могли ложно включиться или остаться включенными после размыкания контактов в цепях их катушек.

Электрические машины

Тяговый генератор типа ГС-504А. Генератор представляет собой синхронную машину закрытого исполнения с принудительной вентиляцией и двумя трехфазными обмотками на статоре, сдвинутыми друг относительно друга на 30 электрических градусов.

Техническая характеристика генератора типа ГС-504А

Номинальная активная мощность, кВт	2750
Напряжение линейное, В:	
максимальное	580
в длительном режиме	360
Действующее значение линейного тока, А:	
при максимальном напряжении	2×1500
в длительном режиме	2×2400
Максимальное действующее значение линейного тока в течение 2 мин, А	2×3400
Номинальная частота вращения, об/мин	1000
Рабочий диапазон частоты вращения, об/мин	350—1000
Номинальная частота, Гц	100
К. п. д. в длительном режиме, %	94,8
Выпрямленные значения напряжения, В:	
максимальное	750
в длительном режиме	435
Выпрямленные значения тока, А:	
при максимальном напряжении	3600
в длительном режиме	6200

Выпрямленное значение максимального тока в течение 2 мин, А	8700
Возбуждение	независимое
Число полюсов	12
Расход охлаждающего воздуха при $n = 1000$ об/мин, $\text{м}^3/\text{с}$	4,45
Величина статического давления в контрольной точке, мм вод. ст., не более	140
Масса, кг	6500

На тепловозе ТЭП70 длительный ток генератора составляет 2×2150 А при напряжении 405 В, длительный выпрямленный ток 5400 А при напряжении 500 В, к. п. д. 95,5%. В связи с меньшей величиной тока расход охлаждающего воздуха уменьшен до $4,18 \text{ м}^3/\text{с}$, статический напор в контрольной точке — не более 125 мм вод. ст. При испытаниях дизель-генератора на стенде разрешается в течение 2 ч работать в режиме: мощность 3025 кВт, выпрямленный ток 4050—5000 А при напряжении 750—605 В, частота вращения 1000 об/мин.

Статор генератора (рис. 86) имеет сварной корпус 11, опирающийся на поддизельную раму двумя лапами и прикрепляемый к ней шестью болтами. Внутри корпуса расположен сердечник статора 13, выполненный из отдельных штампованных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм марки Э43. Листы сердечника, имеющие форму сегментов, сжаты и закреплены в корпусе при помощи нажимных шайб и шпилек 14. Одна из шайб неподвижна и является частью корпуса 11. Сердечник имеет 144 паза и 120 вентиляционных отверстий диаметром 27 мм. Обмотка статора 15 волновая катушечная. Сопротивление одной фазы при $t = 20^\circ\text{C}$ 0,0011 Ом. Лобовые части обмотки прикреплены к нажимным шайбам обмоткодержателями 12, в пазах обмотка укреплена пластмассовыми клиньями. Соединение катушечных групп выполнено шинами, жестко прикрепленными к корпусу статора. Пайка катушек и соединительных шин производится серебряным припоем.

Ротор генератора безвальной конструкции. Корпус ротора 18 бочкообразной формы с одной стороны имеет фланец для соединения с дизелем, а с другой в него запрессован конец вала, который служит для посадки подшипника 2 и передачи мощности вентилятору централизованного воздушоснабжения. Подшипник 2 вставлен в ступицу 3, которая закреплена в сварном подшипниковом щите 4. Ступица позволяет заменить подшипник, не снимая генератор с тепловоза.

На корпус ротора наштампован несущий обод 19, имеющий пазы для крепления полюсов 17. Сердечники полюсов шихтуются из листов электротехнической стали толщиной 1,4 мм марки 08КП и стягиваются при помощи щек 10 и шпилек.

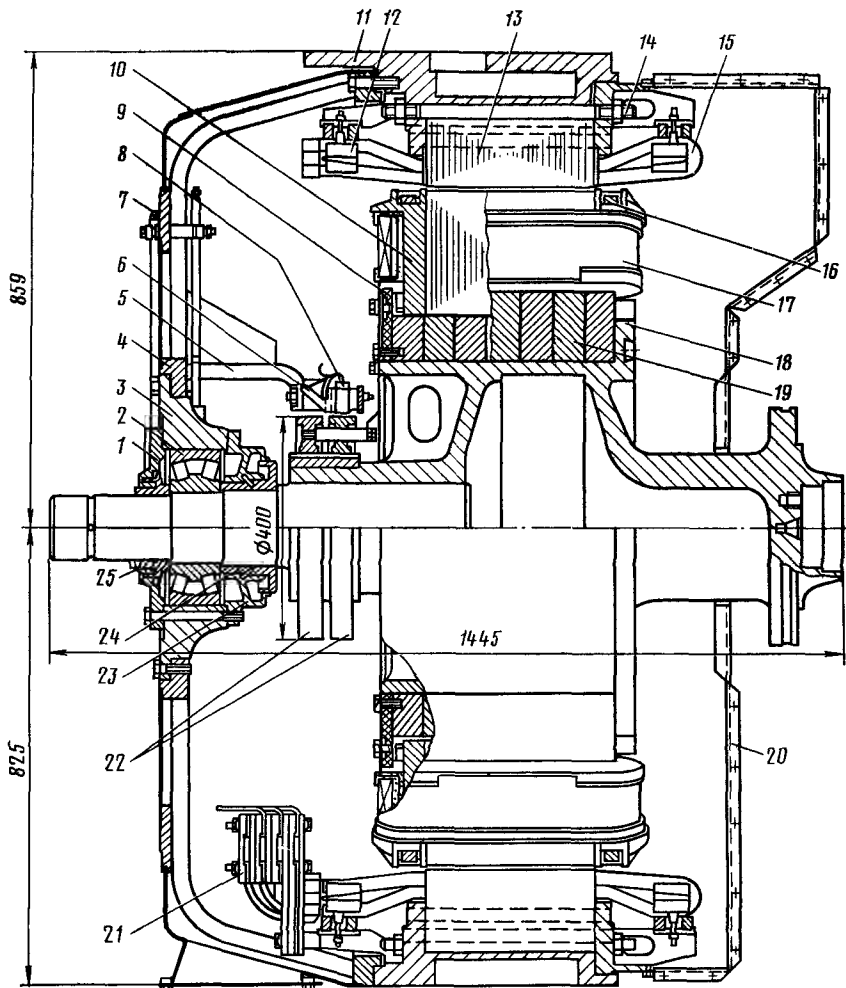


Рис. 86. Синхронный генератор ГС-504А:

1 — крышка подшипника; 2 — подшипник; 3 — ступица; 4 — подшипниковый щит; 5 — подвеска щеткодержателя; 6 — щеткодержатель; 7 — трубка; 8 — щетка; 9 — сегмент контактный; 10 — щека ротора; 11 — корпус статора; 12 — обмоткодержатель; 13 — сердечник статора; 14 — шпилька; 15 — обмотка статора; 16 — демпферная обмотка; 17 — полюс ротора; 18 — корпус ротора; 19 — обод ротора; 20 — входной патрубок; 21 — выводы обмоток статора и ротора; 22 — контактные кольца; 23 — крышка подшипника; 24, 25 — уплотнительные кольца

Катушки полюсов намотаны из шинной меди размером $1,35 \times 25$ мм на ребро и залиты эпоксидным компаундом, который делает их конструкцию монолитной и прочной. Число витков на полюсе 75, число параллельных ветвей 1, односторонний воздушный зазор $5,5/8,25$ мм, сопротивление обмотки при

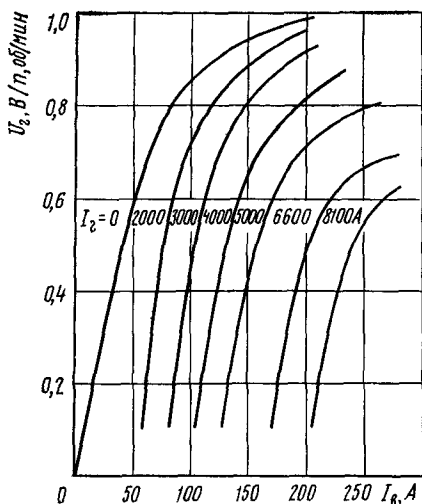


Рис. 87. Нагрузочные характеристики генератора ГС-504А при работе совместно с выпрямительной установкой:

I_g , U_g — выпрямленные значения тока и напряжения генератора; I_B — ток возбуждения генератора

водов от фаз обмотки статора, два вывода от нулевых шин обмотки статора и два вывода обмотки ротора (цепь возбуждения). Все выводы находятся внутри генератора. Внешние провода вводят внутрь генератора и закрепляют в изоляционных колодках, прикрепленных к подшипниковому щиту. Вентиляция генератора — аксиальная (осевая); очищенный воздух подается от системы централизованного воздухообеспечения в патрубок 20, расположенный со стороны дизеля, и выбрасывается вниз через патрубок, расположенный со стороны контактных колец. Изоляция обмотки статора класса Н, полюсных катушек класса F, контактных колец класса В.

Характеристики генератора приведены на рис. 87 и 88.

Тяговый электродвигатель типа ЭД-119. Электродвигатель является четырехполюсной реверсивной машиной постоянного тока с последовательным возбуждением защищенного исполнения с принудительной вентиляцией.

$t=20^{\circ}\text{C}$ 0,535 Ом. Все катушки соединены последовательно, а концы их при помощи шпилек выведены на стальные контактные кольца 22, которые смонтированы на стальной втулке, изолированной пластмассой. Подвод тока к кольцам осуществляется щетками 8 марки ЭГ-4, расположенными в латунных щеткодержателях 6.

Ротор генератора имеет демпферную (успокоительную) обмотку 16: в каждый полюс заложено восемь медных стержней диаметром 12 мм, соединенных друг с другом с двух сторон медными дугами сечением 16×30 мм. Демпферная обмотка устраняет перенапряжения при внутренних коротких замыканиях в выпрямительной установке.

Генератор имеет шесть вы-

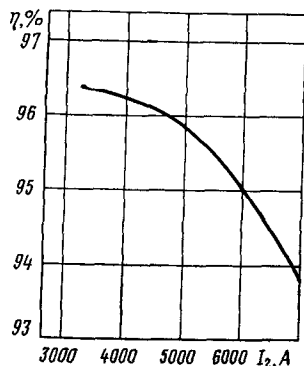


Рис. 88. Зависимость к. п. д. генератора ГС-504А от выпрямленного тока

Техническая характеристика электродвигателя ЭД-119

Мощность, кВт	411
Напряжение в длительном режиме, В	500
Ток в длительном режиме, А	900
Напряжение максимальное, В	750
Ток при максимальном напряжении, А	600
Ток максимальный, А	1350
Частота вращения в длительном режиме, об/мин	705
Частота вращения при максимальной скорости тепловоза (160 км/ч), об/мин	2170
Частота вращения максимальная, об/мин	2320
Момент на валу в длительном режиме, кгс·м	568
Номинальный к. п. д., %	91,2
Класс изоляции:	
главных и добавочных полюсов	F
якоря	H
Расход охлаждающего воздуха, м ³ /с	1,666
Статическое давление охлаждающего воздуха в контролируемой точке, мм вод. ст.	140
Масса, кг	3250

Остов 10 электродвигателя (рис. 89) восьмигранной формы отлит из стали Ст25ЛП. К остову болтами прикреплены четыре главных 12 и четыре добавочных 11 полюса. Сердечник главного полюса, наштампованный из листовой стали Ст2 толщиной 2 мм, спрессован и стянут заклепками. Катушка главного полюса выполнена из шинной меди размером 3×80 мм, намотанной на ребро. Число витков — 17. Между витками проложены штампованные прокладки из пропитанной стеклоткани. Изоляция от корпусов — «Монолит 2». Между катушкой и остовом установлена пружинная рамка, предохраняющая катушку от перемещений. Все четыре катушки главных полюсов соединены последовательно. Суммарное сопротивление их при $t=20^{\circ}\text{C}$ составляет 0,0068 Ом, при $t=130^{\circ}\text{C}$ — 0,0098 Ом. Воздушный зазор под серединой главного полюса — 6 мм, под краями — 17 мм.

Сердечник добавочного полюса изготавливают из стального (Ст3) проката. Катушку наматывают на ребро из шинной меди размером 5,5×40 мм. Число витков — 18. Между витками проложены прокладки из пропитанной стеклоткани, корпусная изоляция — «Монолит 2».

Между остовом и сердечником добавочного полюса проложена немагнитная (латунная) прокладка толщиной 1,5 мм. Воздушный зазор под добавочным полюсом 10,5 мм. Катушки добавочных полюсов соединены последовательно. Суммарная величина сопротивления при $t=20^{\circ}\text{C}$ — 0,0065 Ом, при $t=130^{\circ}\text{C}$ — 0,00935 Ом. Соединение катушек выполняют шинами, пред-

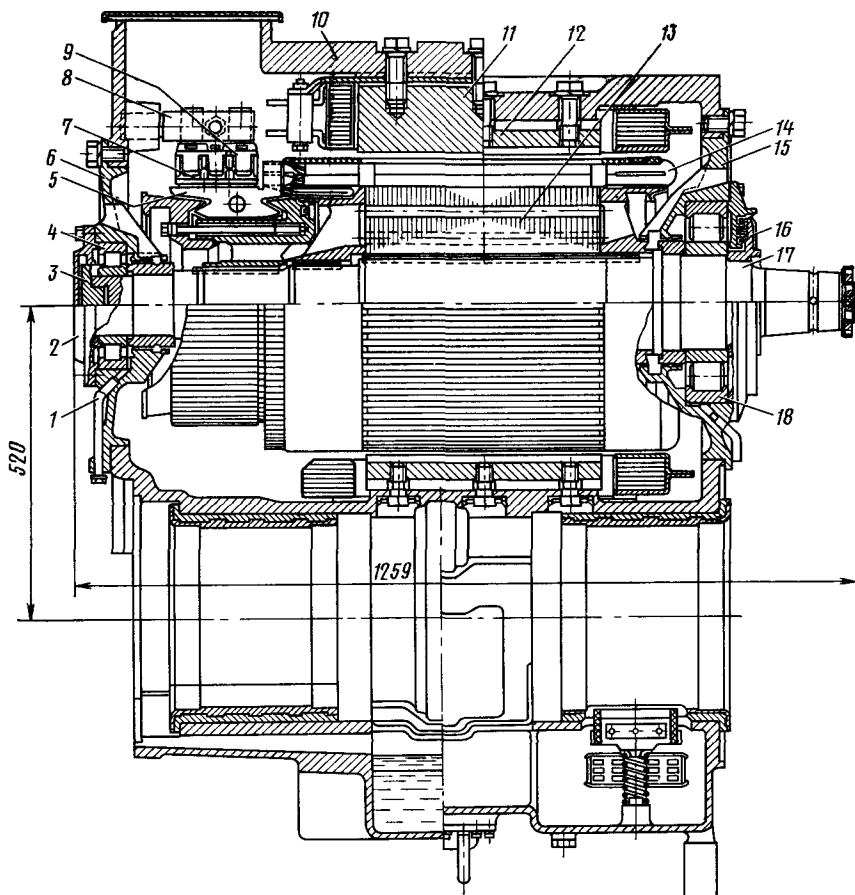


Рис. 89. Тяговый электродвигатель ЭД-119:

1 — трубка для добавления смазки; 2 — крышка подшипника; 3 — упорная шайба; 4, 18 — подшипники; 5 — коллектор; 6, 15 — подшипниковые щиты; 7 — щеткодержатели; 8 — кронштейн; 9 — щетки; 10 — осто́в; 11 — добавочные полюсы; 12 — главные полюсы; 13 — сердечник якоря; 14 — обмотка якоря; 16 — лабиринтное кольцо; 17 — вал

ставляющими собой пакеты ленты МГМ. Шины изолированы резиностеклолентой и прикреплены к остову.

Сердечник 13 якоря собран на валу 17 из штампованных листов электротехнической стали Э1300 с повышенной магнитной проницаемостью. Листы сердечника спрессованы и закреплены между двумя нажимными шайбами, которые служат одновременно обмоткодержателями. Наружный диаметр сердечника 493 мм, длина пакета 380 мм. В листах сердечника выштамповано 58 пазов для укладки обмотки и два ряда от-

верстий диаметром 23 мм (всего 32 отверстия), образующих осевые каналы для прохода охлаждающего воздуха.

Обмотка 14 якоря — петлевая с полным числом уравнивательных соединений. Размеры проводников обмотки якоря $4,7 \times 8,6$ мм, уравнивательных соединений $1,95 \times 5,9$ мм. Витковая и корпусная изоляция выполнена полиамидной пленкой. Проводники в пазу якоря уложены плашмя. В пазах обмотка закреплена клиньями, а лобовые ее части — бандажами. Сопротивление обмотки якоря при $t=20^\circ\text{C}$ — 0,0113 Ом, при $t=130^\circ\text{C}$ — 0,01627 Ом.

Коллектор 5 арочного типа напрессован на вал 17. Диаметр коллектора 400 мм, число коллекторных пластин 232.

Якорь электродвигателя опирается на два роликовых подшипника 4 и 18 средней серии (8Н32332 К2М и 8Н62320М), установленных в подшипниковых щитах 6 и 15. Смазку в подшипники при эксплуатации добавляют через трубки 1. Щеткодержатели 7 закреплены в кронштейнах 8. Щетки 9 марки ЭГ-61, размеры щеток 2 ($12,5 \times 40 \times 60$ мм). Нажатие пружины на щетку должно быть в пределах 4,2—4,9 кгс.

В основе электродвигателя имеется три люка для обслуживания коллектора и щеточного аппарата, а также люк для входа охлаждающего воздуха. Выход охлаждающего воздуха происходит через торцовые окна в остовах и подшипниковом щите 15. В крышке нижнего коллекторного люка имеется отверстие для измерения статического давления воздуха в коллекторной камере. Охлаждающий воздух подается от системы централизованного воздухообеспечения. На остове электродвигателя имеются две клеммные коробки для подключения внешних проводов. К каждой коробке подходят два провода. Места ввода проводов в клеммные коробки уплотнены резиновыми втулками.

Электрохимические характеристики электродвигателя ЭД-119 приведены на рис. 90.

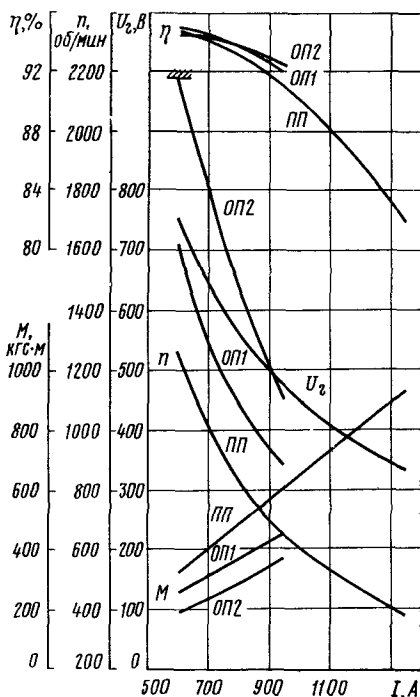


Рис. 90. Электрохимические характеристики электродвигателя ЭД-119

Возбудитель типа ВС-650В. Однофазный синхронный возбудитель с явно выраженными полюсами предназначен для возбуждения тягового генератора. Частота вращения вала воз-

Техническая характеристика возбудителя ВС-650В

Активная мощность, кВт	26
Напряжение, В	287
Ток, А	146
Частота вращения, об/мин	3300
Частота, Гц ;	220
К. п. д. при $n = 3300$ об/мин, %	75
Режим работы	продолжительный
Марка щеток	ЭГ-4
Масса, кг	355

будителя 3300 об/мин соответствует частоте вращения вала дизеля 1000 об/мин. Кратковременно (в течение 2 мин) возбудитель может работать в режиме перегрузки при токе 200 А, напряжении 240 В, частоте вращения 3300 об/мин. Исполнение возбудителя — защищенное с самовентиляцией.

Стартер-генератор типа СТГ-7, предназначен для работы в двух режимах: стартерном при пуске дизеля и генераторном.

Техническая характеристика при работе стартером

В режиме трогания:	
момент, кгс·м, не менее	152
ток, А, не более	1600
В режиме прокрутки:	
момент, кгс·м, не менее	86
ток, А, не более	800
Потребляемая мощность, кВт, не более	50
Частота вращения, об/мин	330

Частота вращения 330 об/мин соответствует частоте вращения вала дизеля 100 об/мин. Режим работы стартером — кратковременный продолжительностью 7 с. Допускается трехкратный пуск с интервалами между включениями 20—30 с. Перерыв между трехкратными пусками 10—15 мин.

Техническая характеристика при работе генератором

Мощность, кВт	50
Напряжение, В	110
Рабочий диапазон частоты вращения, об/мин	1150—3300
Напряжение на обмотке возбуждения, В, не более	90
Соппротивление обмотки возбуждения, Ом:	
в холодном состоянии, не менее	6,4
в горячем состоянии, не более	10,5
Ток возбуждения, А, не более:	
при $n = 1150$ об/мин	9
при $n = 3300$ об/мин	1,5
Режим работы	продолжительный

Допускаются толчки тока величиной 600 А, длительностью 1,5 с. Исполнение стартер-генератора — защищенное с самовентиляцией. Направление вращения — левое (если смотреть со стороны коллектора). Масса 720 кг. Стартер-генератор приводится от вала дизеля через повышающий редуктор (встроен в корпус дизеля) с передаточным отношением 3,3.

Электродвигатели вспомогательных механизмов. Для привода вспомогательных механизмов на тепловозе ТЭП70 применены электродвигатели постоянного тока. Назначение и основные данные этих электродвигателей приведены в табл. 7.

Таблица 7

Тип электродвигателя	Назначение	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота вращения, об/мин	К. п. д., %	Масса, кг
ЭКТ-3	Привод тормозного компрессора	21	110	236	1000	81	420
П-42М	Привод вспомогательного масляного насоса	4,6	110	50,6	1500	81	100
П-21	Привод вспомогательного топливного насоса	0,7	110	8,9	1500	72	38

Выпрямительная установка

На тепловозе применена выпрямительная установка типа ВВКТ-5 (ГОСТ 5.2005—73), в которой использованы лавинные кремниевые вентили типа ВЛ-200-8 восьмого класса на ток 200 А.

Техническая характеристика установки

Номинальная мощность, кВт	4200
Номинальный выпрямленный ток, А	5700
Ток перегрузки в течение 5 мин, А, не более	8700
Номинальное выпрямленное напряжение, В	750
Кратковременно допустимое выпрямленное напряжение, В	850
Частота питающей сети, Гц	30—133
К. п. д. (без учета потерь мощности на вентиляцию), %	99,3
Охлаждение	воздушное принудительное
Скорость воздушного потока между ребрами охладителей, м/с, не менее	12
Расход охлаждающего воздуха, м³/с, не более	1,4
Аэродинамическое сопротивление, н/м²	800
Масса, кг	650

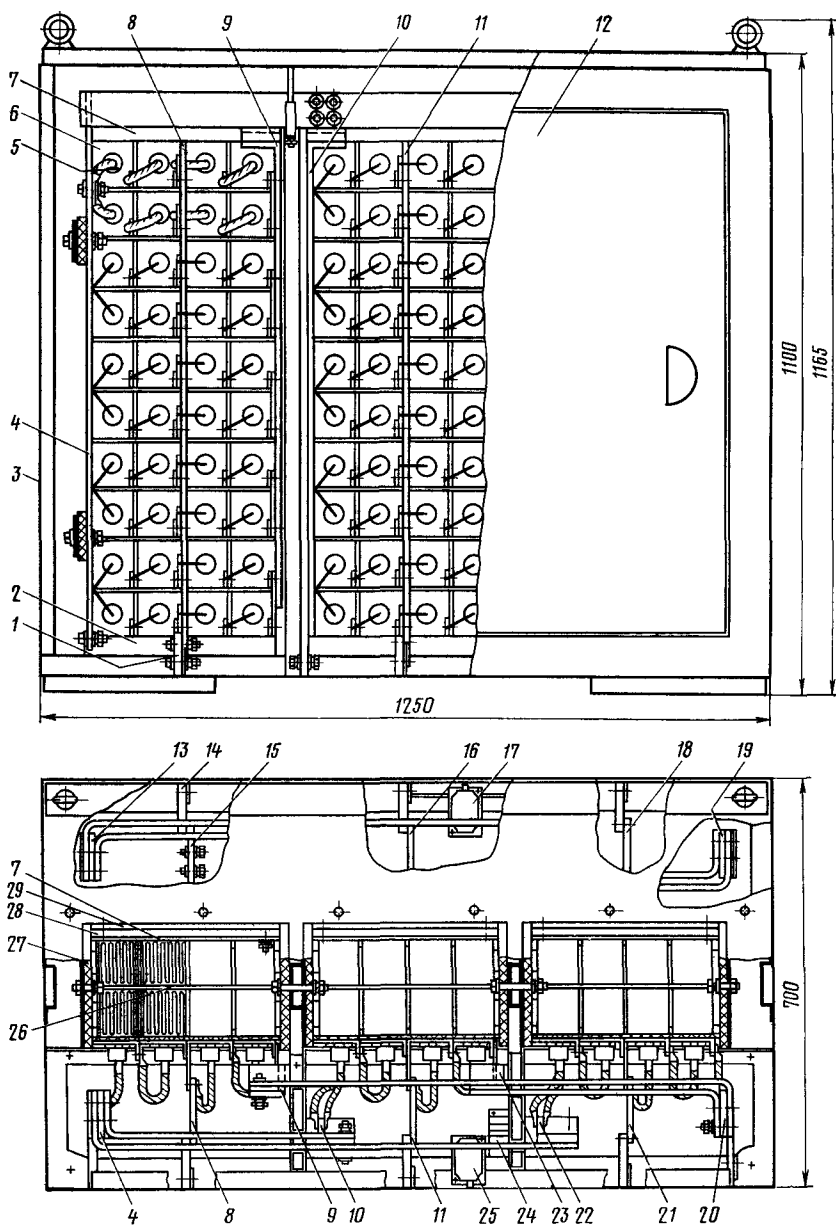


Рис. 91. Выпрямительная установка типа УВКТ-5:

1, 14 — стойки; 2, 7, 26 — стенки; 3 — каркас; 4, 9, 10, 13, 19, 20, 22, 23 — сборные шины постоянного тока; 5 — вентиль ВЛ-200-8; 6 — охладитель; 8, 11, 15, 16, 18, 21 — сборные шины переменного тока; 12 — дверь; 17, 25 — конечные выключатели; 24 — панель с зажимами; 27 — панель; 28, 29 — прокладки

Электрическая схема выпрямительной установки (см. рис. 74) представляет собой два трехфазных моста, получающих питание от отдельных «звезд» статорной обмотки тягового генератора. На стороне постоянного тока мосты соединены параллельно (вне установки). Каждое плечо моста состоит из 20 вентиляй. Общее количество вентиляй в установке 240 шт.

Конструкция выпрямительной установки (рис. 91) предусматривает двустороннее расположение вентиляй, причем с каждой стороны расположен один трехфазный мост. Схема соединений вентиляй в выпрямительной установке и маркировка выводов показаны на рис. 92.

Вентили 5 (см. рис. 91) ввернуты в охладители 6 и собраны в блоки по восемь вентиляй в каждом. На каждой стороне установки расположено 15 блоков. Блоки смонтированы внутри каркаса 3. Обслуживание и замену вентиляй производят через съемные двери 12, расположенные с обеих сторон установки. Чтобы обеспечить замену охладителей и доступ для очистки воздушного канала, блоки вентиляй выполнены съемными

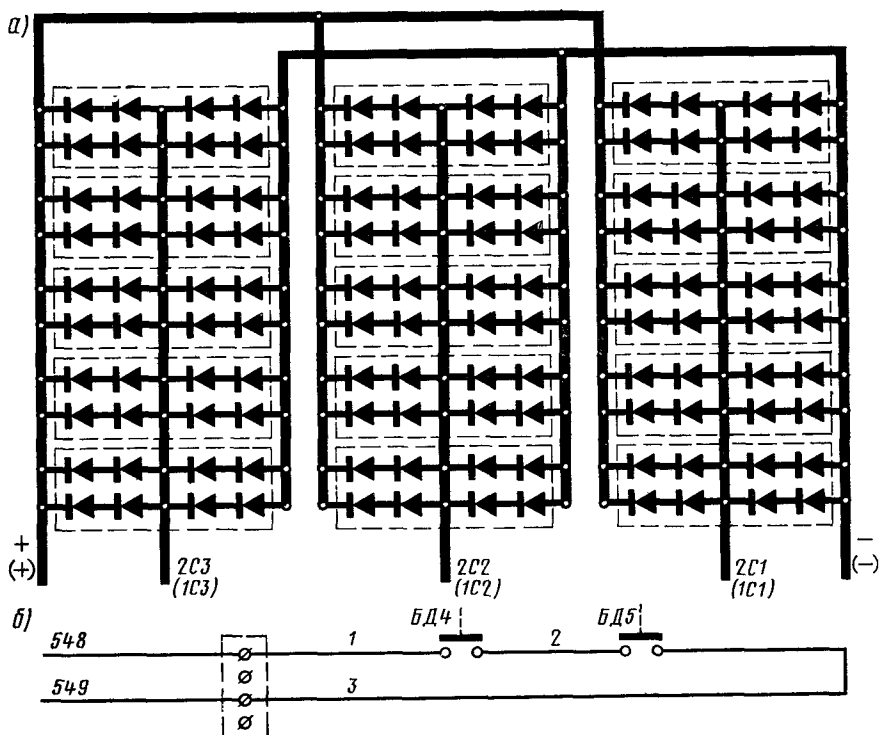


Рис. 92. Схема соединения вентиляй (а) и конечных выключателей (б) выпрямительной установки УВКТ-5 (в скобках указана маркировка выводов противоположной секции установки)

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током установлены конечные выключатели 17 и 25, обеспечивающие снятие напряжения с выпрямительной установки при открытии ее дверей. Провода от конечных выключателей выведены на панель с зажимами 24.

Электрический монтаж вентиля выполнен шинами, закрепленными внутри каркаса при помощи изоляционных стоек 1 и 14. Провода из внешней цепи соединяют с шинами через открытое дно установки. Провода от выводов первой «звезды» тягового генератора 1С1, 1С2 и 1С3 подходят соответственно к шинам 18, 16 и 15; от выводов 2С1, 2С2 и 2С3 второй «звезды» — к шинам 21, 11 и 8. Шины 4 и 13 являются плюсовыми выводами установки, шины 19 и 20 — минусовыми.

Выпрямительная установка имеет три отдельных канала охлаждения, образованных конструкцией, вентиляльных блоков, изоляционными стенками 2, 7, 26 и панелями 27. В каналах расположены только охладители вентиля. На каркасе установки снизу и сверху имеются фланцы для присоединения патрубков системы охлаждения.

На тепловозе ТЭП70 подвод охлаждающего воздуха к выпрямительной установке осуществляется снизу от системы централизованного воздухообеспечения.

Электрические аппараты

Многие из аппаратов, примененных на тепловозе ТЭП70 (реверсор; групповые электропневматические и электромагнитные контакторы; реле; контроллер; кнопки; автоматические выключатели; тумблеры; электропневматические вентили и др.) используются на других тепловозах, поэтому их конструкция описана в соответствующей литературе и в данной книге не рассматривается. Типы аппаратов даны в спецификации рис. 83.

Блоки САР и защиты от боксования. На тепловозе установлено десять блоков, в которых расположены элементы этих систем. Принципиальные схемы соединения элементов в блоках показаны на рис. 83.

Блок возбуждения генератора *БВГ* типа БВК-1012 выполнен в виде металлического шкафа с дверцей, внутри которого смонтированы тиристоры *T1* и *T2* типа Т160 (ток 160 А, 6 кл.), диоды *D1—D4* и *DЗБ* типа ВЛ-200 (ток 200 А, 6 кл.), конденсаторы *C1—C4* типа МБГ4-1-ЗБ-1000-0,5 емкостью 0,5 мкФ и резисторы *R1—R4* типа ПЭВ-50 сопротивлением 39 Ом.

Силовые провода блока подключены к клеммам, провода цепей управления — к штепсельному разъему. Вентиляция блока — принудительная от системы централизованного воздухообеспечения. Скорость охлаждающего воздуха 10 м/с, расход 600 м³/ч, перепад давления на блоке 50 мм вод. ст. Блок *БВГ* установлен на стенке выпрямительной установки.

Остальные девять блоков установлены в вентилируемой высоковольтной камере. Они имеют разборные металлические корпуса, внутри которых на изоляционных панелях смонтированы элементы схемы. Подключение проводов к блокам осуществляется при помощи штепсельных разъемов. Для повышения надежности блок типа БА-520, кроме основного блока БУВ, имеет резервный блок, расположенный в общем кожухе.

Регулятор напряжения типа АРНТ. Регулятор обеспечивает автоматическое поддержание заданного напряжения стартер-генератора СТГ-7 с точностью $110\text{В} \pm 3\%$ при изменении в пределах рабочего диапазона его частоты вращения и тока нагрузки. Напряжение, подаваемое на регулятор, должно быть $110\text{В} \pm 10\%$ $\pm 40\%$. Максимальный ток выхода 15 А, масса 17 кг.

По принципу действия регулятор напряжения можно представить в виде включенного в цепь обмотки возбуждения *ОВ* стартер-генератора, ключа *К* (рис. 93, а), который в течение некоторого промежутка времени τ замкнут, а в течение промежутка времени ($T - \tau$) разомкнут. Когда ключ *К* замкнут, напряжение питания $U_{\text{пит}}$ приложено к обмотке возбуждения стартер-генератора $U_{\text{в}} = U_{\text{пит}}$ (рис. 93, б). При этом ток возбуждения $I_{\text{в}}$ протекает в обмотку *ОВ* от источника питания. Когда ключ *К* разомкнут, напряжение на обмотке возбуждения равно нулю, но ток $I_{\text{в}}$ продолжает протекать благодаря электромагнитной энергии, накопленной обмоткой за время τ . В этот промежуток времени ток замыкается через диод *Д22*. Отношение периода T к времени τ называют скважностью импульсов напряжения. Изменяя время замкнутого состояния ключа в течение периода T , т. е. скважность импульсов, можно регулировать средние величины напряжения $U_{\text{в ср}}$ и тока $I_{\text{в ср}}$, поддерживая неизменным заданное напряжение *СтГ*.

В схеме регулятора *АРНТ* можно выделить ряд функциональных узлов (рис. 94). Обмотка возбуждения стартер-генератора *СтГ* подключена к выходному каскаду регулятора *ВК*, в котором тиристор *УД1* выполняет роль ключа, а тиристор *УД2* обеспечивает гашение тиристора *УД1*. Импульсы управления на тиристоры *УД1* и *УД2* подаются от формирователя запускающих импульсов *ФЗИ*, которым управляет широтно-

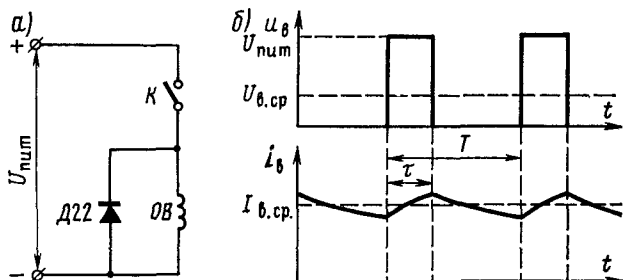


Рис. 93. Принцип работы регулятора напряжения

импульсный модулятор *ШИМ*, являющийся генератором импульсов с переменной скважностью. Величина скважности импульсов определяется величиной управляющего напряжения, которое поступает на вход *ШИМ* от измерительного моста *ИМ* через входное устройство *ВХ*. Измерительный мост включен на напряжение *СтГ*. Если напряжение *СтГ* отклоняется от заданной величины, то изменяется управляющее напряжение *ИМ* и, следовательно, скважность импульсов *ШИМ*. Широтно-импульсный модулятор воздействует на формирователь запускающих импульсов, а *ФЗИ* — на выходной каскад, т. е. на тиристоры *УД1* и *УД2*. За счет изменения скважности импульсов тока, протекающего через тиристор *УД1*, ток возбуждения *СтГ* изменяется таким образом, что заданная величина напряжения *СтГ* восстанавливается с высокой точностью. Узел защиты *УЗ* исключает возможность появления на якоре *СтГ* большого напряжения, что могло бы произойти при некоторых повреждениях в регуляторе (пробой одного из тириستоров и др.). Напряжение питания на регулятор подается от аккумуляторной батареи через автоматический выключатель *А*.

Рассмотрим кратко устройство функциональных узлов регулятора. Измерительный мост *ИМ* имеет четыре плеча: два плеча образованы стабилизаторами *Д2—Д6* и *Д7—Д11*, а два других плеча — резисторами *R1* и *R5*. К одной диагонали моста через диод *Д1* и резисторы *R2—R4* подводится напряжение *СтГ* (обратная связь), в другую диагональ включен управляющий переход (эмиттер—база) транзистора *T1*. Диод *Д1* защищает мост от повреждения при неправильной (обратной) полярности напряжения *СтГ*. Балансируют мост резисторами *R2*, *R4* и *R6*.

В эксплуатации, когда необходимо подкорректировать величину напряжения *СтГ*, поддерживаемую регулятором, пользуются резистором *R6*. При отклонении величины напряжения *СтГ* от заданного значения происходит рассогласование моста. Напряжение рассогласования через транзистор *T1* подается на входное устройство *ВХ*, которое выполнено на транзисторе *T2* и представляет собой эмиттерный повторитель, отделяющий цепи *ШИМ* от цепей обратной связи.

Широтно-импульсный модулятор *ШИМ* состоит из мультивибратора, выполненного на транзисторах *T4* и *T7*, эмиттерного повторителя, выполненного на транзисторах *T5* и *T6*, инвертора, выполненного на транзисторе *T3* и усилителей импульсов, выполненных на транзисторах *T8* и *T10*. Питание на цепи *ШИМ* и *ВХ* подается от аккумуляторной батареи через резисторы *R30* и *R14*. Напряжение питания стабилизируется стабилизатором *Д17*. Для сглаживания пульсаций установлен конденсатор *C8*. Напряжение управления, снимаемое с резистора *R7* входного устройства, подается на базу транзистора *T7* непосредственно, а на базу транзистора *T4* — через инвертор *T3*, который изменяет полярность напряжения. Если потенциал на

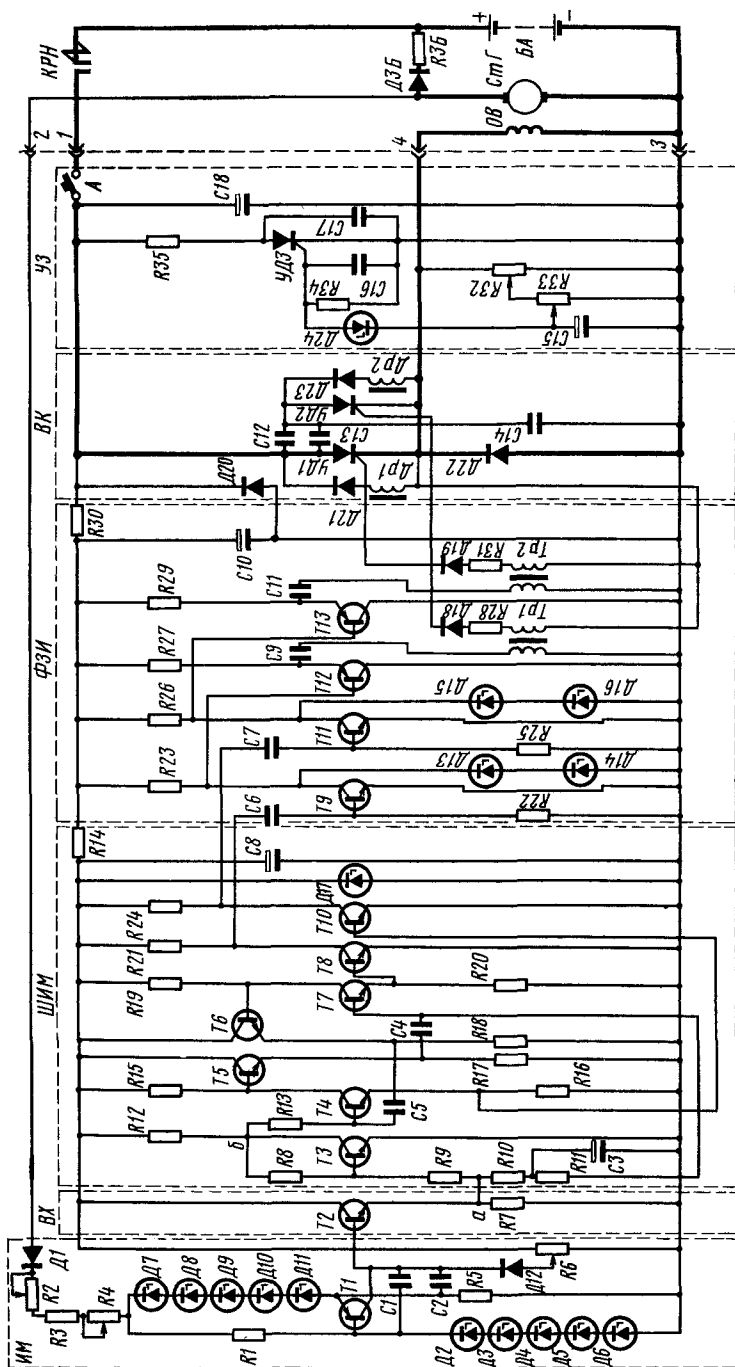


Рис. 94. Принципиальная схема регулятора напряжения типа АРНТ

выходе $T2$ в точке a положительный, то на выходе инвертора в точке b он будет отрицательным и наоборот. Скважность импульсов мультивибратора определяется величиной напряжения управления, поданного на базы транзисторов $T4$ и $T7$. Напряжение на выходе мультивибратора снимается с резисторов $R16$ и $R20$ и подается на вход усилителей импульсов ($T8$ и $T10$). Усиленные импульсы напряжения подаются на предварительные усилители $\Phi3И$.

Формирователи запускающих импульсов обеспечивают получение требуемой амплитуды и формы импульсов тока управления тиристорами $УД1$ и $УД2$. Узел $\Phi3И$ получает питание от аккумуляторной батареи через резистор $R30$. Для сглаживания пульсаций установлен конденсатор $C10$. Предварительные усилители $\Phi3И$ выполнены на транзисторах $T9$ и $T11$. Импульсы напряжения от $ШИМ$ поступают на базы транзисторов $T9$ и $T11$ через дифференцирующие цепочки $C6$, $R22$ и $C7$, $R25$.

Стабилитроны $D13$, $D14$ и $D15$, $D16$ обеспечивают получение определенного положительного потенциала баз выходных транзисторов $T12$ и $T13$ относительно минуса источника питания. При закрытом состоянии транзисторов $T12$ и $T13$ происходит заряд конденсаторов $C9$ и $C11$. При открывании транзистора ($T12$ или $T13$) происходит разряд конденсатора ($C9$ или $C11$) через открытый транзистор и первичную обмотку импульсного трансформатора ($Tr1$ или $Tr2$). Под действием напряжения, наводимого во вторичной обмотке трансформатора, по цепи управления тиристора ($УД2$ или $УД1$) протекает импульс тока управления, открывающий тиристор. Резисторы $R28$ и $R31$ ограничивают величину амплитуды импульсов тока управления. Диоды $D18$ и $D19$ защищают цепи управления тиристоров при обратной полярности напряжения трансформаторов.

Выходной каскад $ВК$ является бесконтактным прерывателем постоянного тока с двумя ветвями коммутации. Тиристор $УД1$ включен последовательно с обмоткой возбуждения $СтГ$, а тиристор $УД2$ при подаче на него управляющего импульса обеспечивает запираание тиристора $УД1$. Конденсаторы $C12—C14$, дроссели $Dp1$ и $Dp2$, диоды $D21$ и $D23$ обеспечивают коммутацию тиристоров. Ток возбуждения $СтГ$ при закрытом состоянии тиристора $УД1$ протекает через диод $D22$.

Узел защиты работает следующим образом. При резком повышении напряжения $СтГ$ увеличивается напряжение на делителе $R32$, $R33$, в результате чего пробивается стабилитрон $D24$. По цепи управления тиристора $УД3$ начинается протекать ток, и он открывается. При этом резко увеличивается ток через отключающую катушку автоматического выключателя A , благодаря чему он срабатывает и разрывает цепь возбуждения $СтГ$. Уставка по напряжению срабатывания узла защиты регулируется потенциометрами $R32$ (грубо) и $R33$ (точно). Величина напряжения срабатывания устанавливается равной $1,3 U_{ном}$.

ГЛАВА V

ЭКИПАЖ ТЕПЛОВОЗА

Кузов

В последние годы в связи с повышением нагрузки от оси колесной пары на рельсы грузовых локомотивов до 25—27 тс для отечественных железных дорог наметилось различие при создании пассажирских и грузовых локомотивов большой секционной мощности. Дальнейшее увеличение скоростей движения пассажирских тепловозов требует снижения неподдрессоренной массы экипажа и статической нагрузки от колесной пары на рельсы. Такое различие при создании локомотивов предъявляет и разные требования к отдельным его узлам и прежде всего к экипажу, состоящему из кузова и тележек.

При проектировании магистральных тепловозов получило развитие два основных направления в выборе силовой схемы кузова. Одно базируется на том положении, что рама несет нагрузку от массы оборудования, установленного на ней, передает силу тяги составу и воспринимает динамические нагрузки во время движения тепловоза. В этом случае боковые стенки, крыша и кабина воспринимают нагрузки в основном от собственной массы и являются «кожухом», защищающим оборудование от атмосферных воздействий. Такая конструкция кузова получила назначение несущей рамы. При сборке тепловоза агрегаты устанавливают на открытую раму, а боковые стенки кузова — после сборки узлов локомотива, чем значительно облегчаются монтажные работы. В этом случае представляется возможным делать полностью съемной кабину машиниста.

Рама тепловоза получается тяжелой, но технологически простой и менее трудоемкой в изготовлении, чем при выборе иных силовых схем кузова. Такие конструкции технологически и экономически целесообразны для грузовых и маневровых локомотивов.

Другое направление развивается в неразрывном соединении элементов металлоконструкций кузова, т. е. в создании цельносварной конструкции, включающей в единое целое раму, топливный бак и боковые стенки кузова с элементами крыши. Такая схема получила название несущего кузова, т. е. статические и динамические нагрузки несут все элементы конструкции. Такой кузов более трудоемок, но прежде всего позволяет получить конструкцию с меньшими удельными массами. В связи

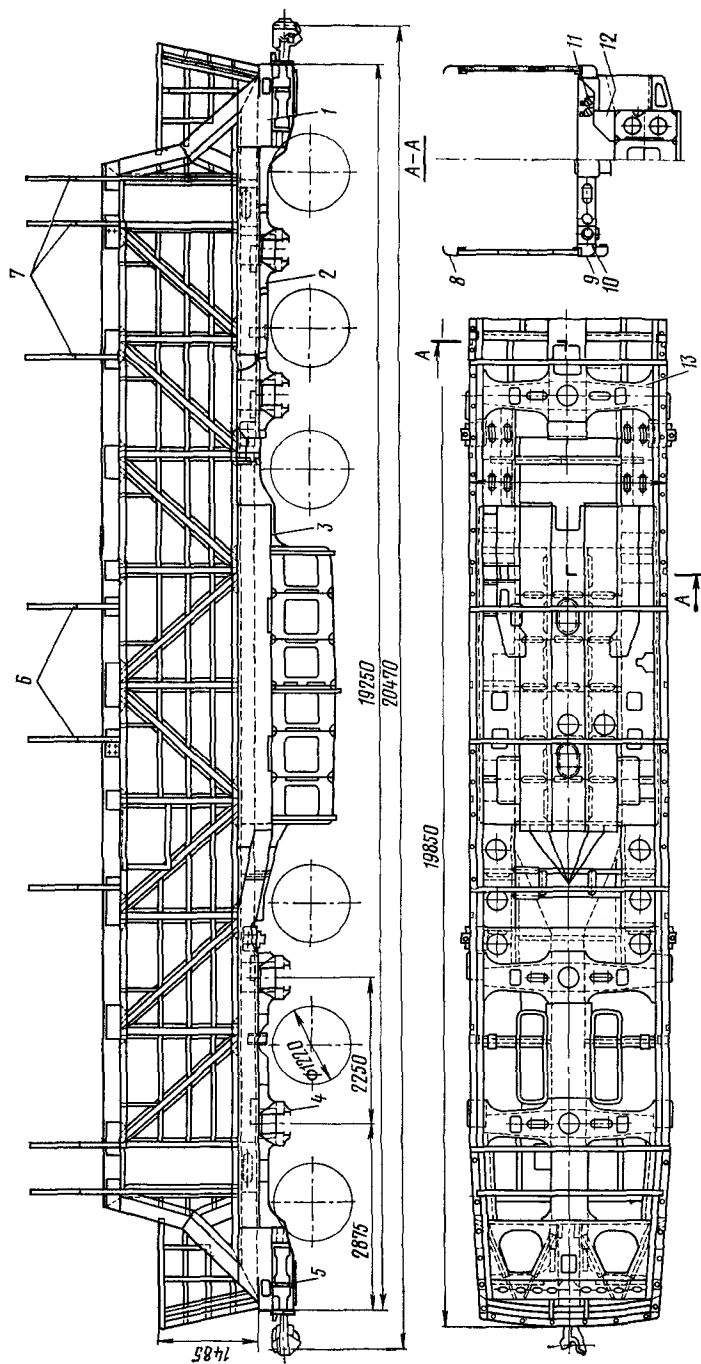


Рис. 95. Каркас кузова с рамой:

1, 5 — передняя и задняя концевые секции рамы; 2, 4 — передняя и задняя промежуточные секции; 3 — средняя секция с баком для топлива; 6 — арки съемные; 7 — арки приварные;

8, 9 — продольные балки серповидного профиля; 10 — швеллер 300×100×6; 11 — опоры установки дизель-генератора; 12 — воздухопровод; 13 — поперечная балка

с этим такие кузова применяются для пассажирских тепловозов.

Кузов тепловоза ТЭП70 несущий, ферменно-раскосного типа со съёмной крышей блочного исполнения. Каждый блок крыши выполнен с учетом крепления к нему узлов вспомогательного оборудования (рис 95). Расстановка агрегатов, узлов и вспомогательных механизмов тепловоза выявила, что длина кузова по осям автосцепки 20 470 мм определяется компоновкой «по низу» и на 1220 мм больше, чем у тепловоза ТЭП60.

Жесткие весовые ограничения требовали снижения массы нового кузова. Поэтому рама и боковые стенки его изготовлены из низколегированной стали 09Г2, а силовые узлы каркаса крыши и обшивка — из алюминиевого проката, что значительно снизило металлоемкость единицы длины кузова.

Конструктивно кузов можно разделить на пять основных частей: рама, бак для топлива, стенки боковые с обшивными листами, блоки крыши и кабины машиниста.

Рама кузова образована двумя главными продольными балками коробчатого сечения, расположенными по наружному контуру; двумя лобовыми поперечными балками, образующими короба для установки сцепных приборов; четырьмя поперечными шкворневыми балками 13 для крепления стаканов, воспринимающих продольные тяговые и тормозные силы от тележек и передающие им вертикальную нагрузку массы кузова с оборудованием.

В силовую схему рамы включены топливный бак и каналы централизованной системы воздухообеспечения, расположенные вдоль оси рамы. Около опор 11 установки дизель-генератора каналы воздуховода 12 проходят с двух сторон топливного бака. Продольные силовые балки и стенки каналов системы воздухообеспечения соединены между собой поперечными элементами рамы. Силовые продольные элементы рамы образованы из балок серповидного профиля 9 толщиной 7 мм и швеллера 10.

Технологически рама тепловоза разбита на отдельные секции — две концевые (1 и 5), среднюю 3 и две промежуточные (2 и 4), расположенные между концевыми и средней секциями.

Концевые секции рамы воспринимают продольные силы, для чего в них устанавливают автосцепку СА3 с поглощающим аппаратом пассажирского типа ЦНИИ-Н6. Применение на тепловозе тележки с диаметром колеса 1220 мм привело к консольному креплению стяжного ящика относительно главных продольных поясов рамы, что значительно усложнило конструктивное решение этого узла концевой секции. Для раздачи силы, воспринимаемой автосцепкой, двум боковым продольным элементам рамы и боковым стенкам кузова применена система горизонтальных и вертикальных раскосов. К концевым секциям на болтах устанавливают путеочиститель с регулируемой по высоте нижней частью (рис. 96).

В раму кузова вварены каналы централизованной системы воздухообеспечения. Для очистки каналов предусмотрены люки, расположенные между средней и промежуточной секциями рамы. Сверху рамы приварен настильный лист, на котором укреплены угольники для укладки пола из алюминиевого проката.

Сборку рамы производят на специальном стенде, где базами являются опорные поверхности промежуточных секций. Первоначально шкворневые и остальные поперечные балки отдельных секций сваривают только с продольным швеллером. Раму устанавливают на приспособление таким образом, что создают обратный прогиб средней части относительно ее концов. В таком состоянии к продольному швеллеру приваривают серпообразный профиль боковых стенок кузова, каркас кабин и арки кузова, соединяющие боковые стенки.

Боковые стенки кузова первоначально сваривают в виде отдельных блоков, собранных из продольных верхней и нижней балок серпообразного профиля 8 и 9, к прямоугольной части которого приваривают стойки и раскосы, сделанные из корытообразного профиля. Боковые стенки около концевых секций рамы обеспечивают соединение нижнего продольного силового пояса рамы с верхним поясом боковых стенок при помощи раскосов из того же серпообразного профиля. Такое решение обеспечивает лучшее распределение потока сил по элементам кузова и позволяет создать более жесткую и прочную конструкцию лобовой части кабины машиниста.

Каркас боковых стенок кузова, кроме силовых элементов и деталей, создающих жесткость для обшивочных листов, имеет второстепенные звенья, образующие оконные проемы и проемы для установки жалюзи. К каркасу лобовых и боковых стенок после приварки к раме кузова прикреплены к полкам стоек и раскосов обшивочные алюминиевые листы толщиной 3 мм. Поверхности стального каркаса, сопрягаемые с алюминиевой обшивкой кузова, грунтуют свинцовым суриком.

Крышу кузова тепловоза ТЭП70 используют для размещения узлов вспомогательного оборудования. Конструктивно крыша с встроенными узлами состоит из пяти отдельных съемных секций, устанавливаемых над машинным помещением, и двух секций, расположенными над кабинами машиниста. Такое исполнение крыши позволяет осуществлять блочный принцип сборки и ремонта агрегатов вспомогательного оборудования тепловоза. Крышечные блоки устанавливают на шесть арок, имеющих специальный профиль для уплотнения стыка при помощи резиновых прокладок. Для ремонта и демонтажа дизель-генератора две арки съемные, а остальные приварные.

Установка съемных частей крыши на резиновые прокладки и крепление их при помощи поворотных зажимов (рис. 97) значительно упрощают монтаж и демонтаж соединений. Качество

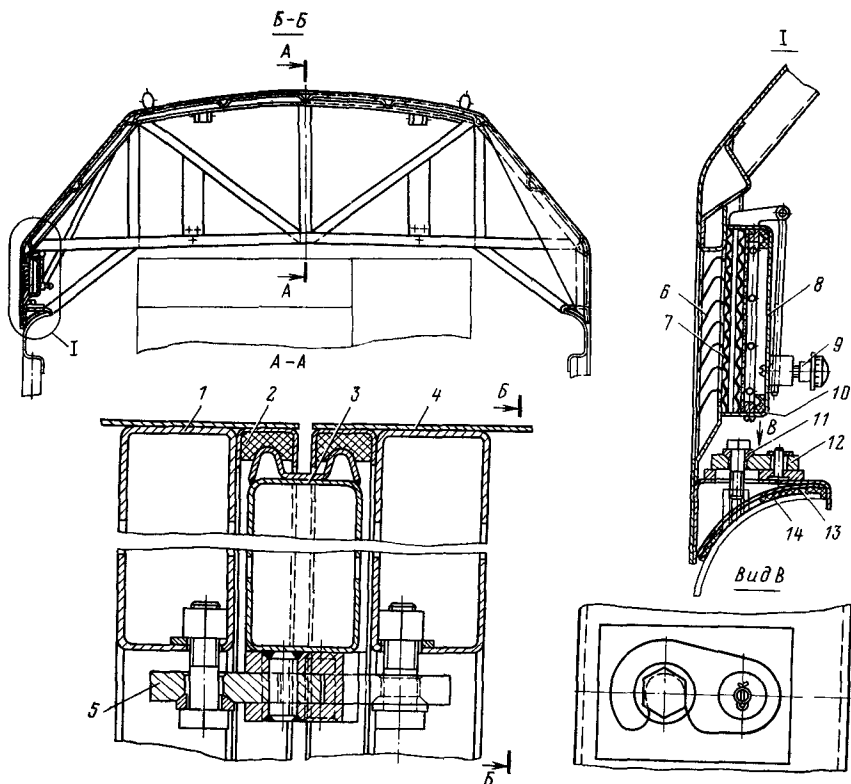


Рис. 97. Крепление секций крыш к каркасу кузова:

1 — каркас блока крыши фильтров; 2 — резиновое уплотнение крыши на арке; 3 — арка приварная; 4 — каркас блока крыши над высоковольтной камерой; 5 — поворотный зажим; 6 — жалюзи; 7 — кассета для фильтрации воздуха; 8 — дверка; 9 — винт; 10, 13 — уплотнение резиновое; 11 — шайба; 12 — защелка; 14 — верхняя продольная балка каркаса кузова серпообразного профиля

соединений крышевых блоков проверяют на водонепроницаемость.

На крыше тепловоза имеются два люка, расположенных над тамбурами в крышевых блоках кабины машиниста. Крышки люков можно открыть на определенный угол при помощи системы рычагов. Полное их открытие для выхода на крышу возможно только при разъединении шарниров рычажной передачи, что разрешается делать только на экипировке.

Кабина машиниста от машинного помещения отделена задней стенкой, сваренной из алюминиевых листов. Кабина просторная, имеет большие окна из органического стекла толщиной 10—12 мм, обеспечивающие хороший обзор. Лобовое окно — силовое. Форма лобового стекла повторяет профиль торцевой поверхности кузова, выполненной в плане определенным радиусом.

гом. Стекла к металлическому каркасу прикреплены при помощи профильной резины, исключающей необходимость устанавливать металлические скобы, что улучшает внешний вид тепловоза и упрощает обтирку.

Для снижения уровня шума на первых четырех тепловозах внутренние поверхности каркасных и обшивочных листов кузова, а также нижняя часть боковых и задние стенки кабины и настил рамы покрыты слоем вибродемпфирующей мастики. Зазор между перфорированными алюминиевыми листами обшивки и каркасными листами стенок кабины заполнен звукопоглощающим капроновым волокном ВТЧ. Внутри кабина обклеена винилом светлого цвета. Полы кабины настланы съемными щитами из фанерных плит толщиной 20 мм, обклеенных линолеумом. Между настилом рамы и полом кабины положены тепло-звукоизоляционные маты из капронового волокна.

Трубопровод подвода воздуха от каналов централизованного воздухообеспечения к калориферам и на обдув окон выполнен со вставками из резиновых труб для снижения передачи в кабину корпусного шума.

Тележки

Кузов тепловоза ТЭП70 опирается на две одинаковые по конструкции трехосные тележки.

Тележка (рис 98, см вкладку в конце книги) с опорно-рамным подвешиванием тяговых электродвигателей, с двумя центральными главными опорами маятникового типа 4 имеет замкнутую, сварную из штампованных и литых элементов раму 1, сбалансированное рессорное подвешивание первой ступени, включающее цилиндрические пружины 18, 19, листовые рессоры 15, буксовые 16 и рессорные 17 балансиры. Ко второй ступени подвешивания относятся резиновые 5 конические амортизаторы главных центральных опор и пружинные боковые опоры кузова 7, передающие половину массы кузова с оборудованием тележке. В качестве гасителя от боковой качки используют трение втулок 8 и 9 при вертикальном относительном смещении рамы тележки и кузова. Следовательно, рессорное подвешивание для боковой качки более мягкое, чем для продольного колебания.

Статический прогиб первой ступени рессорного подвешивания 94 мм, боковых опор 98 мм. Тяговые и тормозные силы от колесной пары раме тележки передают буксовые поводки 12 и 13, а от рамы тележек кузову — через упоры, установленные в средней части центральных маятниковых опор.

Буксы 10 и 14 поводкового типа. Валики 11, соединяющие поводки с буксой и рамой тележки, установлены в резиновые втулки, что практически устраняет возможность перемещения

в продольном направлении и допускает вертикальное перемещение бугса.

Тяговый электродвигатель подвешен к раме тележки через резиновые амортизаторы. Механизм передачи тягового момента от якоря тягового электродвигателя к колесам оставлен тем же, что на тепловозе ТЭП60, т. е. полый вал и две шарнирно-поводковые муфты 2.

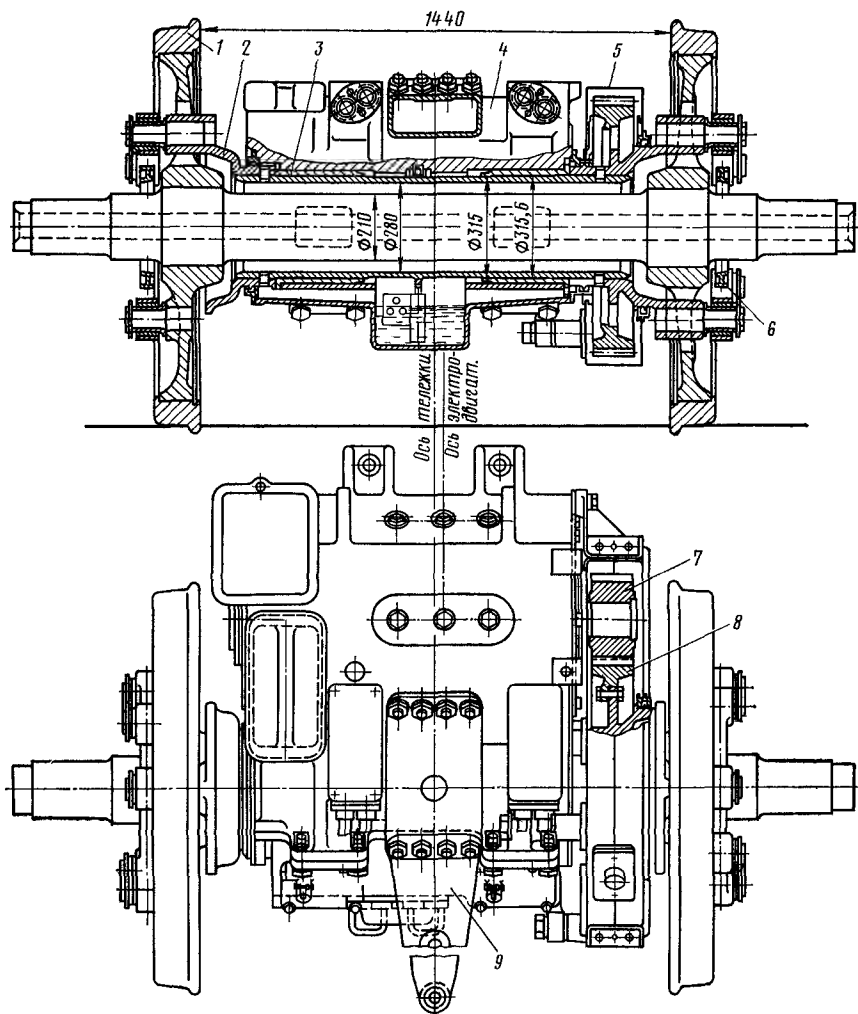


Рис. 99. Колесно-моторный блок:

1 — колесная пара; 2 — полый вал с приводами; 3 — моторно-осевые подшипники; 4 — тяговый электродвигатель; 5 — кожух редуктора; 6 — шарнирно-поводковая муфта; 7 — ведущая шестерня; 8 — ведомая шестерня; 9 — кронштейн подвески тягового электродвигателя к раме тележки

В связи с тем что основные узлы и детали тележки применены с тележки тепловоза ТЭП60, конструкция которых подробно изложена в книге «Пассажирский тепловоз ТЭП60», в настоящем разделе рассматриваются в основном узлы или вопросы, не получившие отражения в названной книге.

Тележка тепловоза может быть разделена на следующие основные группы: колесно-моторный блок, рама тележки, подвешивание массы локомотива относительно колесных пар, передача тягового и тормозного усилий от колесной пары кузову, рычажная передача и трубопровод тормоза.

Колесно-моторный блок (рис. 99) включает в себя колесную пару 1, полый вал с приводами 2, моторно-осевые подшипники 3, шестеренчатый насос для смазки подшипников, тяговый редуктор с кожухом 5, две шарнирно-поводковые муфты 6 и тяговый электродвигатель 4.

Колесная пара (рис. 100) тележки с опорно-рамным подвешиванием тяговых электродвигателей отличается от колесных пар с опорно-осевой подвеской наличием звена, обеспечивающего свободное перемещение оси колесной пары относительно тягового электродвигателя. Главные элементы колесной пары: колесные центры 1 и бандажи 2 с укрепляющими кольцами 14; ось 5 и полый вал 6, надетый на ось с гарантированным радиальным зазором 35 мм.

Все колесные пары тележки одинаковые и имеют упругое поперечное перемещение ± 8 мм за счет резиновых амортизаторов буксовых поводков. Для улучшения горизонтальной динамики средняя колесная пара относительно буксы имеет свободный поперечный разбег ± 14 мм. Поперечное перемещение оси обеспечивается тем, что в буксе средней оси не установлен шариковый подшипник, фиксирующий положение оси относительно буксы. Привод передачи крутящего момента от тягового электродвигателя к колесу определил конструктивные особенности колесной пары и прежде всего колесного центра.

Колесные центры дисковые, литые из стали 25Л-III (ГОСТ 977—65) с наружным диаметром 1070 мм. На колесном центре два прилива с отверстиями диаметром 70 мм и два отверстия диаметром 200 мм, выполненных при литье. В отверстия диаметром 70 мм запрессовывают пальцы 13 крепления поводка, соединяющего колесный центр и траверсу эластичной муфты. Через отверстия диаметром 200 мм проходят цапфы привода полого вала, в которые запрессовывают пальцы крепления поводка, соединяющего полый вал с траверсой.

Отверстия диаметром 70 и 200 мм расположены на тех же радиусах от центра, что и у колесных центров тепловоза ТЭП60.

В средней части на внутренней поверхности ступицы колесного центра сделана проточка, соединенная каналом с наружной поверхностью ступицы, служащая для гидравлического ослабления натяга (0,16—0,22 мм) между колесным центром и

даже на колесном центре выполняют обычным способом при помощи укрепляющего кольца 14, которое заводят в выточку бандажа при его температуре не ниже 200°C. После установки укрепляющего кольца прижимной борт бандажа обжимают и внутреннюю его поверхность протачивают до диаметра 1070₋₁ мм. Наличие точеного диаметра позволяет в эксплуатации определять величину износа бандажей по кругу катания без выкатки колесных пар из-под тепловоза.

Ось колесной пары из стали марки ОСЛ (ГОСТ 4728—72) выполнена полый с диаметром центрального отверстия 70 мм, диаметр шейки 160 мм, в средней части 210 мм, а в местах посадки колесных центров 235 мм. Размеры буксовых шеек, подступичных частей, переходных галтелей и общая длина такие же, как у оси тепловоза ТЭП60.

Полый вал обеспечивает передачу крутящего момента от редомого колеса тягового редуктора через эластичную муфту колесной паре. Полый вал изготовлен из стальной трубы 325×25 мм (ГОСТ 8732—70). На обработанные торцы трубы диаметром 320 мм насаживают горячей посадкой литые детали, получившие название приводов эластичной муфты 3 и 7.

На средней части полого вала имеются шесть резьбовых отверстий диаметром 16 мм. Для центровки сформированной колесной пары в отверстия вворачивают болты. В окончательно готовой колесной паре в эти отверстия заворачивают заглушки 10, которые для фиксации кернят в резьбовом соединении.

Приводы, служащие для крепления ведомой шестерни тягового редуктора и поводков эластичной муфты, насаживают на полый вал с температурой их нагрева до 120—150°C. Кроме того, устанавливают четыре штифта и обваривают торцы трубы полого вала и привода. Внутренний диаметр трубы полого вала 280 мм. Поэтому радиальный зазор между осью колесной пары и внутренним диаметром полого вала 35 мм.

Полый вал с приводами вращается в моторно-осевых подшипниках скольжения, устанавливаемых в остовах (корпусе) тягового электродвигателя, что обеспечивает постоянство центрирования — размера между осями ведомой и ведущей шестерней тягового редуктора. Диаметр шейки подшипника полого вала 315 мм.

На наружной поверхности трубы полого вала на специальном бурге имеется проточка 11 для установки разъемного венца шестерни привода маслопрокачивающего насоса для смазки моторно-осевых подшипников, изготовленных из стальной втулки с баббитовой заливкой. Диаметр подшипника и его конструкция такие же, как у тепловоза ТЭП60. Смазка моторно-осевых подшипников (рис. 101) осуществляется при помощи фитилей из грубой чистошерстной пряжи, вставленных в войлочную обойму, которая смонтирована в металлической оправе. Конец каждого фитиля диаметром 15—18 мм, а всего их 40,

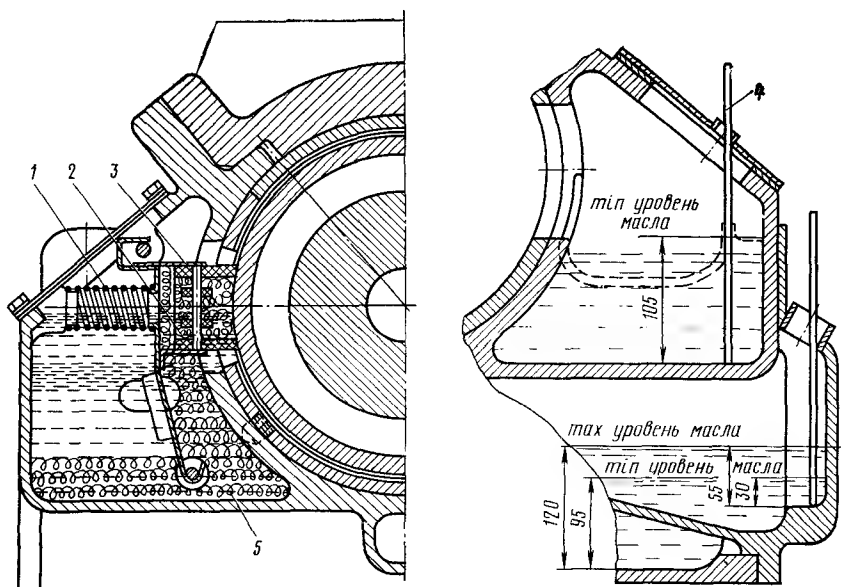


Рис. 101. Смазка моторно-осевых подшипников:

1 — пружина; 2 — войлочная обойма; 3 — металлическая оправа; 4 — маслмер; 5 — фитильная набивка

ровно обрезают и обвязывают ниткой. Пряжа фитиля должна выступать из войлочной обоймы на 5—8 мм.

При закладке обоймы с фитилями в камеру подшипника концы фитилей равномерно распределяют по камере. Вся обойма прижимается пружиной. Масляная камера моторно-осевых подшипников с фитилями интенсивно пополняется маслом шестеренчатым насосом, который приводится во вращение шестерней, закрепленной на наружной поверхности полого вала. Ведущая шестерня состоит из двух половин, соединенных четырьмя болтами.

Насос прикреплен к крышке осевого подшипника тягового электродвигателя в нижней части подшипниковой камеры. Расчетная производительность насоса за один оборот колесной пары равна 6 см³ смазки. Конструкция насоса обеспечивает подачу смазки при любом направлении движения тепловоза. Для смазки моторно-осевых подшипников применяют осевое масло в летний период марки Л, в зимний — марки З (ГОСТ 610—72). Для защиты подшипников от попадания пыли и предотвращения вытекания смазки по торцам масляной камеры установлены лабиринтные уплотнения с войлочной набивкой. Уплотнение масляной полости выполняют особенно тщательно со стороны тягового редуктора для защиты моторно-осевых

подшипников от попадания осерненной смазки, которую применяют для смазки шестерен тягового редуктора.

Тяговый редуктор (одноступенчатый), состоящий из ведущей 9 и ведомой 5 шестерен, закрыт кожухом 4, который является картером для смазки шестерен редуктора (рис. 102). Число зубьев соответственно 25 и 78, ширина 130 мм. Передаточное число редуктора 3, 12. Межцентровое расстояние 520 мм.

Ведущая шестерня, изготовленная из стали 12Х2НЧА, насажена на конический конец вала тягового электродвигателя тепловым способом. Натяг между шестерней и валом, измеряемый в осевом направлении, 1,25 мм. Температура нагрева шестерни на 130°C выше температуры вала, но не выше 200°C. Зубья шестерни цементируют. В обработанной шестерне контур зубьев контролируют магнитным дефектоскопом после закали и шлифовки.

Ведомая шестерня выполнена в виде венца, надеваемого тепловым способом на торец фланца привода полого вала. Монтаж и демонтаж ведомой шестерни возможны на привод, закрепленный к полному валу. Зубья ведомой шестерни подвергают контурной закалке токами высокой частоты. Ведомые шестерни изготавливают по специальным техническим условиям, в которых указаны требования к материалу, термообработке и проверке стабильности технологии. Для компенсации возможных перекосов в работе и обеспечения прилегания на зубьях шестерен шлифованы скосы со стороны тягового электродвигателя, уменьшающие толщину зуба на торце до 0,3—0,38 мм, но сохраняющие его профиль.

Опорно-рамная подвеска тягового электродвигателя и передача момента через полый вал и эластичную муфту обеспечивают стабильность зацепления шестерен, что позволило корпус тягового редуктора делать в виде тонколистового кожуха.

Кожух тягового редуктора 4 предназначен для защиты зубчатого соединения от попадания на него посторонних предметов и пыли, а также для создания масляной полости редуктора. Стальной сварной кожух редуктора состоит из двух частей, соединенных между собой болтами. Болтами 6 прикреплен он в пяти точках к остоу тягового электродвигателя. Дополнительную устойчивость и жесткость системе придает то, что кожух фланцами диаметром 262 и 422 мм опирается на корпус лабиринтного уплотнения тягового электродвигателя и на цилиндрическую проточку привода полого вала. Для уплотнения зазоров по поверхности диаметром 262 мм и стыка горизонтального разъема установлена губчатая резина.

Кольцевой стык кожуха диаметром 422 мм, соприкасающийся с вращающейся цилиндрической поверхностью привода полого вала, уплотнен войлочной набивкой, пропитанной минеральным маслом. Конструктивно кожух спроектирован таким образом, что в местах разъемов предусмотрены маслоуловите-

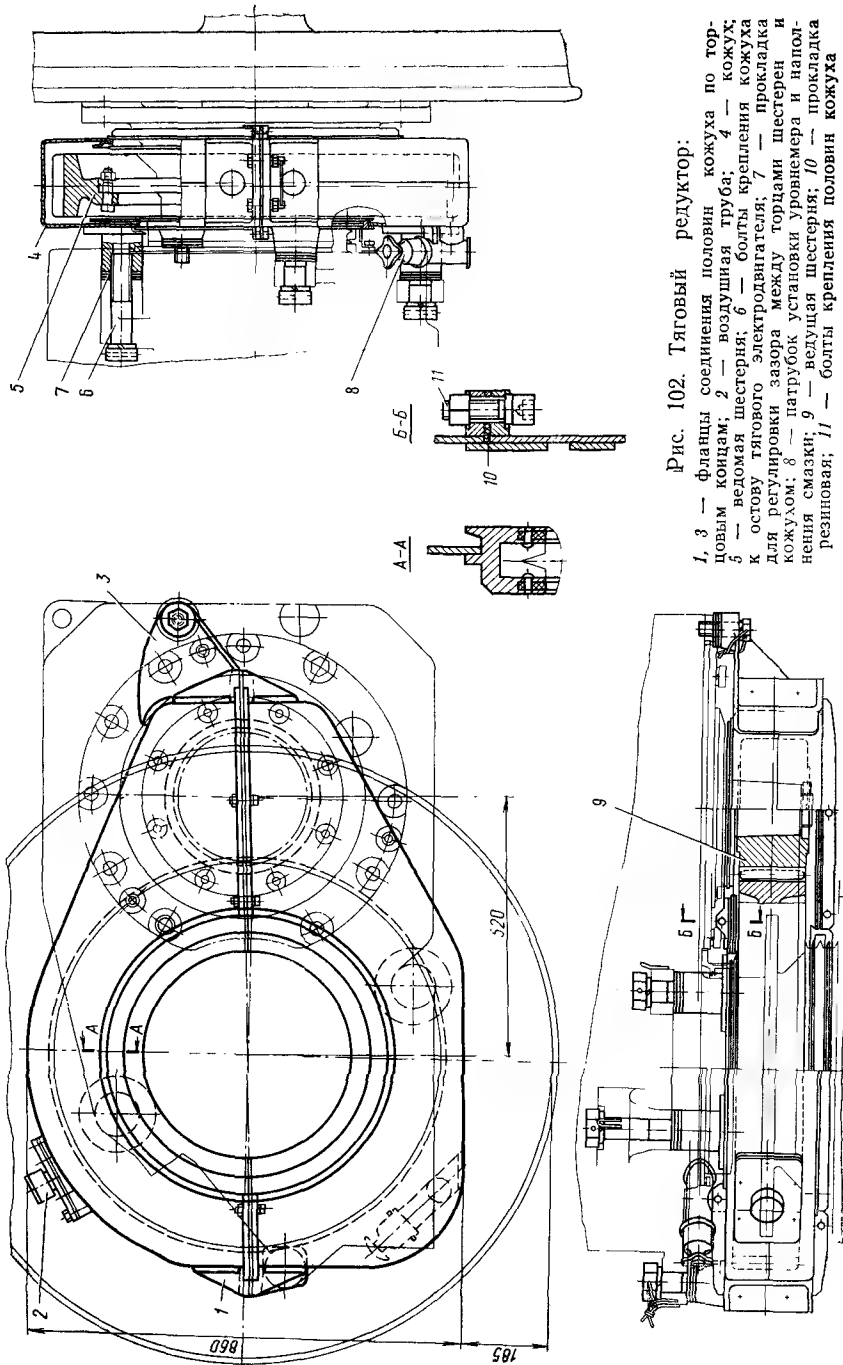


Рис. 102. Тяговый редуктор:
 1, 3 — фланцы соединения половин кожуха по торцовым концам; 2 — воздушная труба; 4 — кожух;
 5 — ведущая шестерня; 6 — болты крепления кожуха к остову тягового электродвигателя; 7 — прокладка для регулирования зазора между торцами шестерен и кожухом; 8 — патрубок установки уровня масла и наполнения смазкой; 9 — ведущая шестерня; 10 — прокладка резиновая; 11 — болты крепления половин кожуха

ли, маслосбрасывающие кольца и каналы, обеспечивающие защиту разъемов кожуха от прямого попадания струй масла и слив в нижнюю часть кожуха осевшей на стенках и попавшей в лабиринтные камеры смазки.

В верхней части кожуха для сообщения замкнутой полости с атмосферой установлена воздушная труба, а в нижней имеется камера для установки уровнемера. Через эту камеру заливают около 2 л смазки.

Шарнирно-поводковая эластичная муфта, предназначенная для передачи крутящего момента от полого вала (ведомой шестерни) колесной паре, установлена с наружной стороны колесных центров (рис. 103). Конструкция механизма передачи крутящего момента допускает максимальные вертикальные перемещения оси колесной пары относительно рамы тележки не более 35 мм. Муфта состоит из траверсы 6, поводков 5, пальцев 1 и 2 для соединения поводков с траверсой, приводом полого вала и колесным центром, резино-металлических втулок (амортизаторов) 3.

Ведущие поводки муфты одним концом присоединены к пальцам полого вала, другим — к пальцам траверсы. Ведомые поводки муфты соединяют траверсу с колесным центром.

При движении тепловоза (колебания надрессоренного строения, крен в кривых и др.) появляется несоосность полого вала и оси колесной пары: поводки муфты получают линейные и угловые перемещения. Для компенсации сложных угловых перемещений в соединениях поводков с траверсой, колесным центром и полым валом установлены резино-металлические втулки 3, выполняющие роль шарниров без технологических зазоров и обладающие определенной упругостью.

Каждая колесная пара имеет две муфты. Пальцы левой и правого приводов полого вала соосны, траверсы муфт повернуты примерно на 45°. Ведущие поводки левой и правой муфт имеют встречное расположение.

Такое расположение поводков при передаче крутящего момента от полого вала к траверсе и от траверсы к колесу приводит к тому, что поводки одной муфты воспринимают усилия растяжения, а другой — сжатия. При относительных перемещениях полого вала рамы тележки и оси колесной пары одного знака для левой и правой муфт траверсы поворачиваются в разные стороны. Относительные перемещения полого вала и траверсы происходят не только при движении локомотива по неровностям пути, но зависят от монтажной несоосности и прокладки рессорного подвешивания, что приводит к деформации резиновых элементов муфты. Элементы шарнирно-поводковой муфты совершают в процессе работы интенсивные перемещения, которые в значительной степени зависят от статической несоосности полого вала и оси колесной пары и определяют величину закручивания резино-металлических шарниров. Основ-

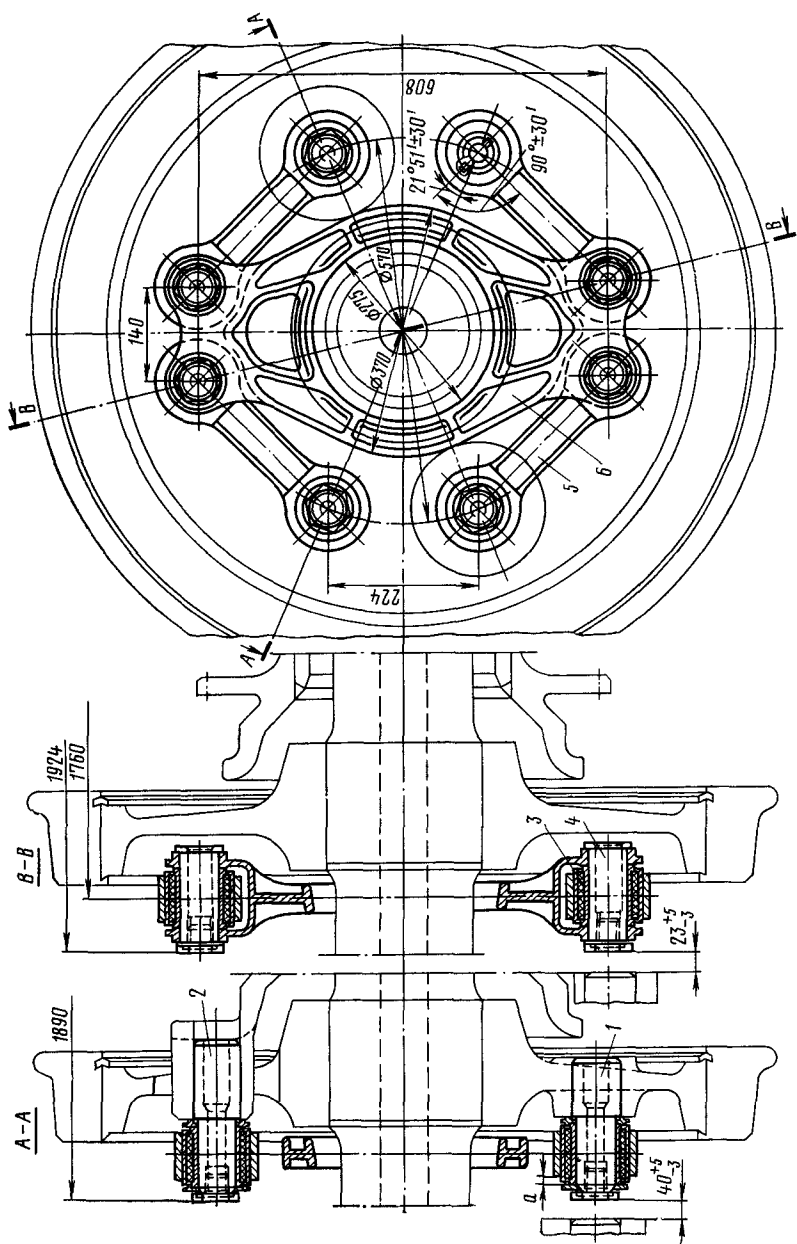


Рис. 103. Эластичная муфта:

1 — палец колесной пары; 2 — палец привода полого вала; 3 — втулка (амортизатор); 4 — соединительный вал; 5 — поводок; 6 — траверса

ная деформация, определяющая долговечность резино-металлических шарниров, — угол скручивания.

В связи с этим при сборке тележки и в эксплуатации необходимо следить за соосностью полого вала и осью колесной пары. Соосность оси и полого вала регулируют при установке тягового электродвигателя. Контроль соосности осуществляют измерением зазора между пальцами ведущих поводков муфты и отверстиями, через которые они проходят в колесном центре. Номинальный размер зазора 40 ± 2 мм.

Траверса муфты — промежуточное звено между полым валом и колесным центром — отлита из стали 25 ЛП в виде жесткой детали, имеющей четыре проушины, в которые на шпонках установлены валики крепления амортизаторов.

Поверхности пальца, за исключением посадочной, фосфотируют с последующим промасливанием. Посадочную поверхность пальцев, изготовленных из стали 40, покрывают лаком ВДУ-3 или клеем ГЭН-150 (В) и тепловым способом с натягом 0,09—0,12 мм устанавливают в отверстия колесного центра и привода полого вала. Валики, установленные в привод полого вала, дополнительно фиксируют штифтом. На пальцы по ходовой посадке насаживают резино-металлические втулки, которые от проворота стопорят шпонкой.

Резино-металлическая втулка (амортизатор) состоит из наружной и внутренней металлических втулок, между которыми запрессована резиновая втулка. Внутренняя металлическая втулка имеет шпоночный паз. Толщина внутренней и наружной втулок равна соответственно 5 и 4 мм. После сборки наружную и внутреннюю поверхность амортизатора окончательно обрабатывают. Резино-металлические втулки запрессовывают в отверстия диаметром 100 мм головки поводков, изготовленные из стали 40 двутаврового сечения. Расстояние между осями отверстий у поводка 271, 5 мм.

Рама тележки (рис. 104) состоит из двух продольных боковин 1, соединенных сваркой поперечными двумя шкворневыми 8 и двумя концевыми 11 и 14 балками. Основные силовые элементы рамы выполнены коробчатого сечения из штампованных из стали 20 листов, у которых толщина основных листов 10 мм. Концевые поперечные балки соединены с боковинами литыми угольниками, отличающимися от угольников рам тепловоза ТЭП60 размерами.

Увеличение диаметра колеса до 1220 мм вызвало увеличение длины рамы, тогда как размеры между осями колесных пар 2400 и 2200 мм сохранены такими же, как у тележки тепловоза ТЭП60.

Боковины рамы 1 сварены из шести корытообразных элементов, полученных штамповкой из листовой стали 20 толщиной 10 мм. Продольные элементы сваривают двусторонним швом.

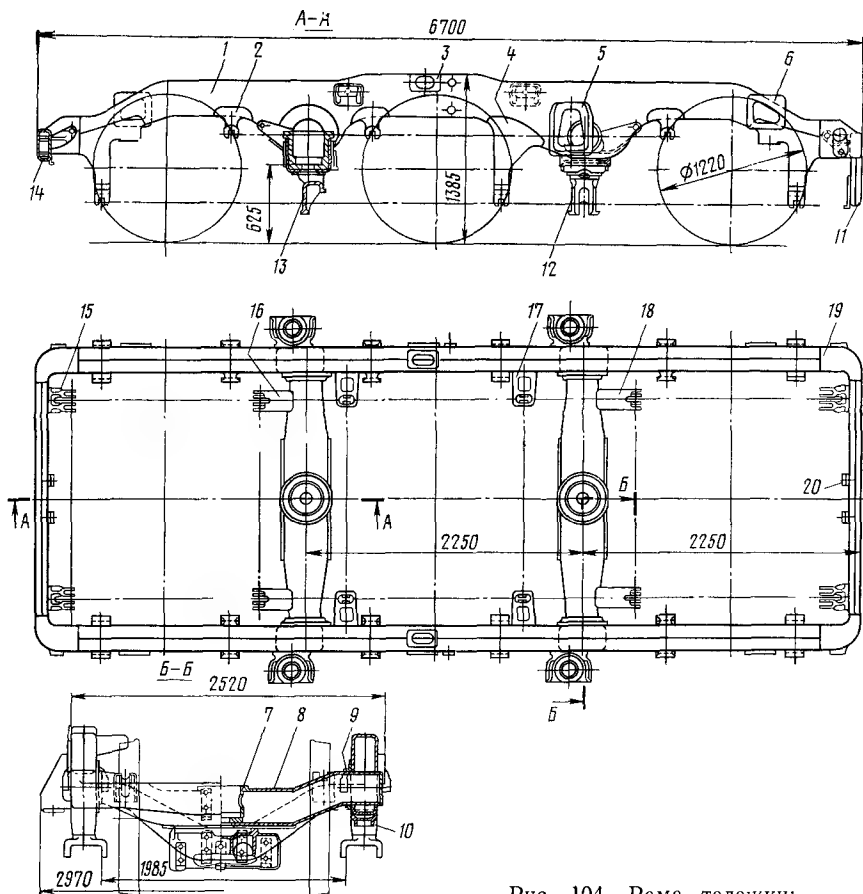


Рис. 104. Рама тележки:

1 — боковина рамы; 2 — короткая стойка поводка буксы; 3 — платик ограничителя отклонений кузова; 4 — длинная стойка поводка буксы; 5 — кронштейн боковой опоры кузова; 6 — платик крепления тормозного цилиндра; 7 — стакан опоры кузова; 8 — шкворневая балка; 9 — фланец крепления шкворневой балки; 10 — опора амортизатора листовой рессоры; 11 — концевая балка передняя; 12 — кронштейн опоры тягового электродвигателя одинарный; 14 — концевая балка задняя; 15, 16, 17, 18 — детали для крепления рычажной передачи тормоза; 19 — угольник литой, соединяющий боковину с концевыми поперечными балками; 20 — фланцы крепления кронштейнов подвешивания тяговых электродвигателей к концевым балкам

Длинные 4 и короткие 2 стойки для соединения поводками букс с рамой тележки отлиты из стали 20ЛП и приварены стыковой сваркой со штампованными листами боковин. Сварные швы в основных узлах соединения литых кронштейнов с листами половин боковин подвергают рентгеноконтролю. Половины боковин с приваренными кронштейнами и фланцами сваривают продольным швом, образуя балку коробчатого сечения. К боковине приварены пластики 6 для крепления тормозных

цилиндров, ограничителей отклонения кузова 3, деталей для крепления рычажной передачи тормоза 15, 16, 17, 18 и кронштейны боковых опор кузова 5.

Шкворневые балки, расположенные между осями колесных пар, сварены из двух штампованных листов из стали 20 толщиной 12 мм. Продольное сечение шкворневых балок специального профиля: средняя часть коробчатого прямоугольного сечения, а концевые части выполнены цилиндрическими диаметром 260 мм. Концы балок обтачивают на диаметр 256 мм. В средней части балок к нижней полке приварен лист толщиной 13 мм, а к боковым — лист толщиной 10 мм. Эти листы усиливают среднее сечение балки и служат основой для приварки к ним деталей крепления кронштейнов подвешивания тяговых электродвигателей 12, 13.

В средней части шкворневой балки имеется отверстие, в которое вваривают стальной литой стакан 7. Цилиндрическими частями балки вставляют в отверстия боковин и приваривают к наружным боковым стенкам боковин и к фланцам 9, приваренным к внутренним половинам боковин. В нижней средней части к наружному листу боковины и фланцу 9 приварена опора амортизатора листовой рессоры 10.

Концевые балки сварены продольным швом из корытообразных штампованных листов из стали 20 толщиной 10 мм. С боковинами концевые балки соединены стальными литыми угольниками. Передняя концевая балка 11 имеет большой прогиб средней части из-за расположения ее при сборке тепловоза под стяжным ящиком рамы кузова.

Боковины, шкворневые и концевые балки с приваренными к ним деталями до механической обработки проходят термическую обработку для снятия напряжения. Клиновые пазы в кронштейнах для соединения с буксовыми поводками 2 и 4 обрабатывают на станке после окончательной сварки рамы. Форма литых кронштейнов в местах, где сварное соединение делают встык со штампованным листом, предусматривает на максимально возможной длине плавное изменение жесткости узла. К шкворневым и концевым балкам крепят кронштейны подвешивания тяговых электродвигателей. Последние подвешены к раме тележки в трех точках (рис. 105).

Со стороны моторно-осевых подшипников к остоу тягового электродвигателя при помощи восьми болтов прикреплен литой кронштейн 2, который через опору 6, обойму 8 и резиновые амортизаторы 9 и 10 опирается на одинарный кронштейн 1, болтами прикрепленный к поперечной балке рамы тележки. Между опорой 6 и обоймой 8 установлены регулировочные прокладки 7. Схема расположения тягового электродвигателя на тележке определила, что для первого и третьего электродвигателей одинарный кронштейн закреплен к концевым, а для второго — ко второй шкворневой балке рамы тележки. Две

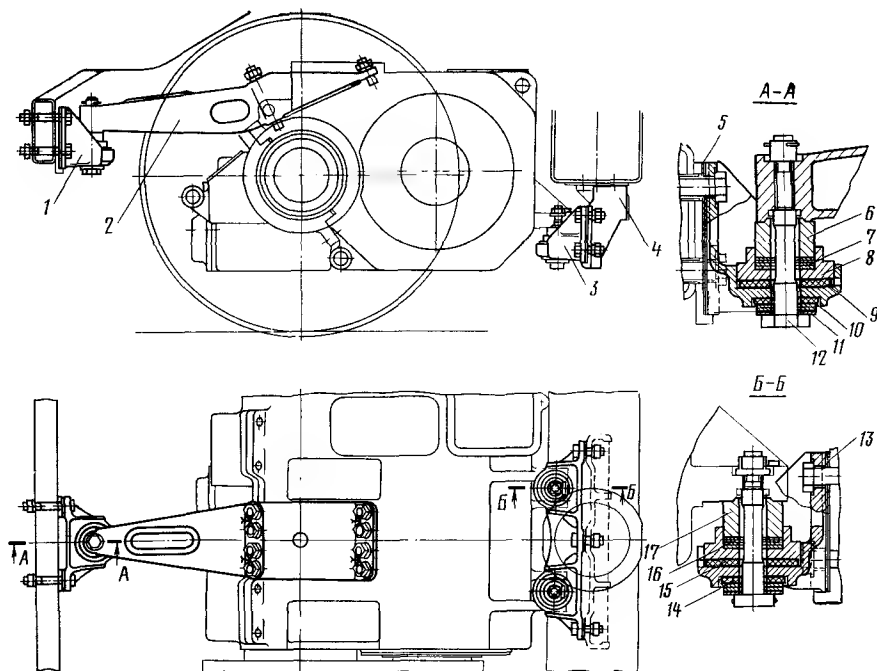


Рис. 105. Подвешивание третьего тягового электродвигателя к раме тележки:
 1 — кронштейн опорный; 2 — кронштейн крепления электродвигателя; 3 — кронштейн опорный двойной; 4 — двойной кронштейн; 5, 7, 11, 13, 16 — прокладки регулировочные; 6, 17 — опоры; 8 — обойма; 9, 10, 14, 15 — амортизаторы; 12 — болт крепления кронштейна тягового электродвигателя

другие точки крепления (подвешивания) электродвигателя к раме тележки расположены на противоположной стороне остова. Конструктивно опоры тягового электродвигателя выполнены в виде двух литых лап, изготовленных в отливке остова, которыми электродвигатель через опору и обойму опирается на резиновые амортизаторы 14 и 15, установленные на двойной литой кронштейн 3, болтами прикрепленный к двойному кронштейну 4 шкворневой балки рамы тележки. Крепление кронштейнов к шкворневым балкам рамы тележки необходимо производить динамометрическим ключом. Болты крепления кронштейнов изготовляют по чертежу с высокими требованиями к качеству и геометрии. При этом особое внимание обращают на увеличенный (до 3 мм) радиус перехода от стержня к головке болта и перпендикулярность плоскости прилегания головки.

Для гашения высокочастотных вибраций в узлах подвешивания (крепления) тяговых электродвигателей к раме тележки имеются резиновые амортизаторы, выполненные в виде блоков, состоящих из двух плоских металлических колец, между кото-

руми размещены резиновые прокладки. Кроме того, в узлах крепления тяговых электродвигателей установлены стальные шайбы толщиной 2—3 мм для регулирования положения полового вала относительно оси колесной пары. Подвешивание тягового электродвигателя на раму тележки, а следовательно, и положение полового вала относительно оси регулируют:

а) в продольном направлении тележки при помощи прокладок 5 и 13 между вертикальным фланцем кронштейнов и рамой тележки или в отдельных случаях строжкой привалочных фланцев самих кронштейнов, но не более чем на 1 мм. Смещение осей колесных пар от номинальных размеров (2200 и 2400 мм) допускается не более $\pm 0,5$ мм;

б) в вертикальном положении постановкой прокладок (шайб) 7 и 16 между обоймой, устанавливаемой на амортизатор, и опорами 6 и 17 кронштейна или лапы тягового электродвигателя. Точность установки контролируют сравнением размеров зазора между пальцами привода полового вала и отверстиями для них в колесном центре. Отклонение от номинального размера (40 мм) допускается не более ± 2 мм. В процессе эксплуатации необходимо следить за изменениями этих зазоров, нарушение которых, особенно на новых или вновь поставленных амортизаторах, может происходить из-за обмина деталей, входящих в узлы подвешивания электродвигателя;

в) в поперечном направлении тележки относительное положение тягового электродвигателя и колесной пары при помощи установки кронштейнов крепления электродвигателя. Несовпадение середины колесной пары с продольной осью тележки допускается не более 0,5 мм. Точность установки контролируют сравнением размеров на левой и правой стороне колесной пары между внутренней гранью бандажа и наружным торцом привода полового вала. Окончательный контроль подвешивания электродвигателя производят на прямом горизонтальном участке пути под рабочей нагрузкой после обкатки тепловоза.

Подвешивание массы локомотива. При движении локомотива наблюдают три главных вида колебаний наддрессорного строения: подпрыгивание, продольную и боковую качку. Вертикальные колебания и боковая качка возникают из-за особенностей движения локомотива по рельсовой колее, имеющей различные виды неровностей. Величина и характер вертикальной динамики определяются параметрами рессорного подвешивания, массами и моментами инерции кузова и тележек.

Из теории качения колеса по жесткому рельсу известно, что его центр (ось) перемещается по прямой, параллельной рельсу. При наличии стыка, ползуна на колесе или другой неровности происходит излом в траектории перемещения центра колеса, что приводит к ударному взаимодействию колеса, рельса и разделенных рессорным подвешиванием масс тепловоза.

При упругом разделении подвешенной массы относительно колесной пары из-за инерционности подвешенная масса полностью не повторяет траекторию колеса. Разница в траектории движения центров тяжести подвешенных масс и колеса компенсируется деформацией упругого элемента. Следовательно, при одной и той же возмущающей силе, передаваемая на подпрессоренную массу, тем меньше, чем больше податливость упругого соединения, и чем меньше неподпрессоренная масса, отнесенная к оси колесной пары, тем меньше вредное воздействие экипажа на путь. Однако наличие рессорного подвешивания с большой податливостью пружин предопределяет возможность совпадения собственных частот колебаний системы подвешивания локомотива с частотой возмущения от рельсового пути. После того, как колесная пара, имеющая податливую связь с рамой тележки и кузова, прошла неровность пути, в системе возникают колебания с собственной частотой. Наличие периодических возмущений при движении экипажа вызывает вынужденные колебания, частота которых может меняться в зависимости от скорости движения и закономерностей расположения неровностей пути. Таким образом, наличие возмущающих сил, частота и величина которых могут меняться, характеристики системы подвешивания определяют возможность резонансных колебаний рамы тележки или кузова при совпадении собственной частоты колебаний системы подвешивания с частотой возмущения. Стремление к созданию мягкого рессорного подвешивания с применением пружин сталкивается с необходимостью введения демпфирования для ограничения при колебании величины амплитуды путем преобразования механической энергии колебаний в другие виды энергий с целью ее рассеивания.

В практике локомотивостроения наиболее часто схемы рессорного подвешивания характеризуются наличием промежуточных масс (рам тележек), и необходимая суммарная податливость разбивается на две ступени — одна между колесной парой и рамой тележки (первая ступень подвешивания) и другая — между рамой тележки и кузовом (вторая ступень подвешивания). Поэтому подвешивание массы локомотива относительно колесных пар можно разделить на подвешивание кузова с оборудованием относительно рамы тележки и массы кузова с оборудованием и тележки относительно колесной пары.

Подвешивание кузова относительно рамы тележки. На тепловозе ТЭП70, так же как и на тепловозе ТЭП60, применено упругое подвешивание массы локомотива относительно колесных пар. Передача массы кузова с оборудованием на раму каждой тележки осуществляется через две главные маятниковые 4 и четыре 7 (см. рис. 98) боковые пружинные опоры. Главные опоры маятникового типа передают часть массы кузова с оборудованием на раму тележки, а также тяговое и тормозное усилие от рамы тележек кузову.

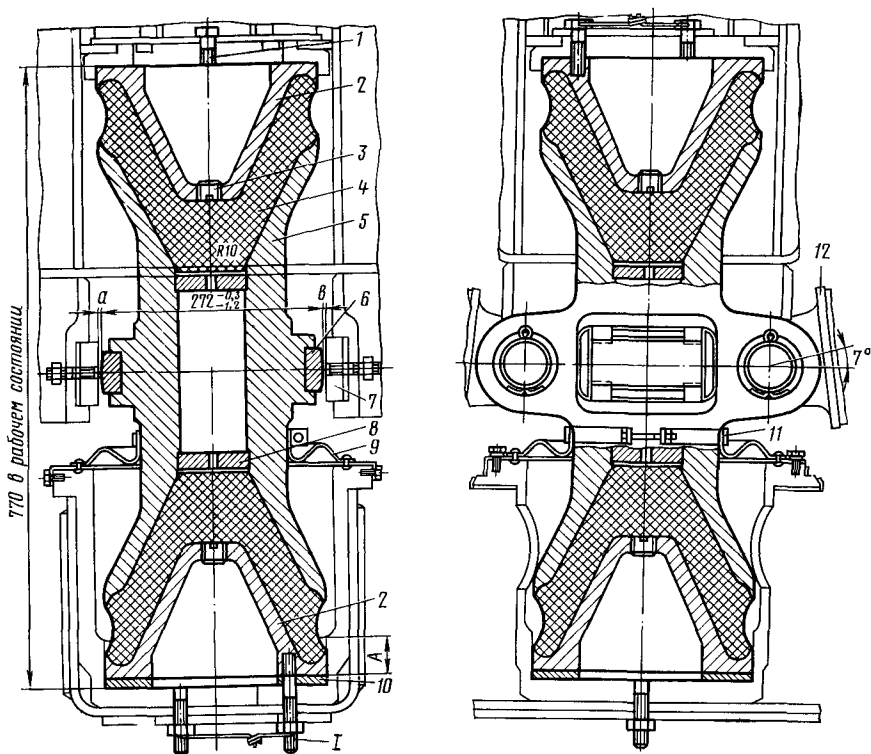


Рис. 106. Главные опоры кузова:

1 — фиксирующие шпильки; 2 — опорный конус; 3 — резьбовая заглушка; 4 — амортизатор; 5 — стойка главной опоры; 6, 7 — упорные камни; 8 — заглушка; 9 — защитный чехол; 10 — регулирующее кольцо; 11 — хомут защитного чехла; 12 — возвращающий аппарат

Главные опоры выполнены в виде вертикально установленной стойки 5 (рис. 106), на верхний конец которой опирается кузов, а нижний установлен в литом стальном стакане шкворневой балки рамы тележки. В середине стержня сделаны две проушины для крепления возвращающего аппарата 12, обеспечивающего упругую поперечную связь кузова с рамой тележки.

Относительное упругое поперечное смещение рамы тележки и кузова возможно до 40 мм в каждую сторону. Для передачи тяговых и тормозных сил в средней части стержня под углом 90° к проушинам (т. е. вдоль оси тепловоза) имеются пазы для установки камней 6 и 7, которые соприкасаются с кузовом.

На концах стержня главных опор установлены амортизаторы 4. Резиновые конусные амортизаторы смягчают вертикальные и горизонтальные толчки и снижают передачу высокочастотных вибраций от тележек кузову. Применение главных опор маятникового типа исключает жесткую поперечную связь кузова с те-

лежкой и обеспечивает разделение масс кузова и тележки в горизонтальной плоскости, что снижает вредное динамическое воздействие между колесом и рельсом при движении локомотива. Смещение тележек относительно кузова сопровождается деформацией резиновых конусов, которые выполняют роль шарниров без технологических зазоров.

Четыре конических амортизатора одной тележки подбирают так, чтобы прогибы их не отличались более чем на 2 мм под одной нагрузкой. Под рабочей статической нагрузкой конический амортизатор дает осадку около 15 мм. Нагрузка от кузова раме тележки передается через фланцы стальных конусов 2. Резиновые конические амортизаторы взаимозаменяемы с амортизаторами тепловоза ТЭП60 и электровозов ВЛ60.

Верхняя часть главных опор расположена в гнездах шкворневых балок рамы кузова, а нижняя — в стаканах шкворневых балок рамы тележки. Для перераспределения массы локомотива между тележками или колесными парами, а также для обеспечения необходимого зазора между рамой кузова и рамой тележки предусмотрена постановка регулировочного кольца 10 толщиной 10—30 мм.

При сборке тепловоза необходимо следить за правильной посадкой кузова на тележки. Нарушение вертикального положения стоек главных опор, что возможно за счет деформации резиновых конусов при сборке, вызовет появление горизонтальной составляющей силы от действия массы локомотива, стремящейся повернуть тележку относительно продольной оси тепловоза. Наличие такой составляющей ухудшает динамические характеристики локомотива.

Для возвращения кузова в соосное с тележками положение после отклонения их при движении имеются возвращающие аппараты пружинного типа, которые одним концом прикреплены к проушине в средней части стержня главных опор, а другим — к раме кузова (рис. 107). К каждой стойке главных опор прикреплены два аппарата.

Возвращающий аппарат состоит из корпуса 4, к которому приварен с одного торца фланец с проушиной 1 для соединения со стержнем главной опоры. На другом конце корпуса имеется резьба для поворачивания крышки 15, воспринимающей усилие сжимаемой пружины, установленной внутри корпуса. Для создания предварительного номинального натяга (1500 кгс) пружину размещают между двумя подвижными стаканами, стягиваемыми при сборке стяжкой. Величину предварительного номинального натяга пружины регулируют установкой прокладок 5 под фланец стакана, толщину которых определяют с учетом фактического изготовления деталей и величины прогиба пружины под нагрузкой 1500 кгс.

В условиях эксплуатации максимальное сжатие пружины в возвращающем аппарате возможно 50 мм. Перед установкой

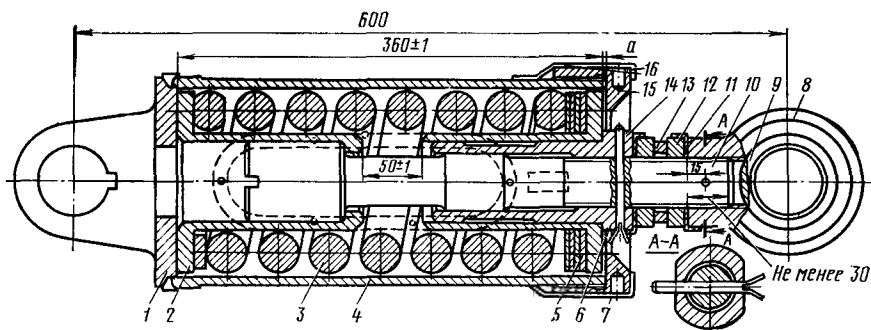


Рис. 107. Возвращающий аппарат главных опор кузова:

1 — проушина со стороны главной опоры кузова; 2, 6 — стаканы; 3 — пружина; 4 — корпус возвращающего аппарата; 5 — регулировочные прокладки; 7, 16 — предохранительные скобы; 8 — проушина со стороны кронштейна рамы кузова; 9 — втулка металлокерамическая; 10 — стяжка; 11 — стопорная шайба; 12 — контрящая гайка; 13 — регулировочное кольцо; 14 — втулка стяжки; 15 — крышка корпуса

возвращающего аппарата на тепловоз замеряют расстояние (600 мм) между центрами проушин на стержне главной опоры и на кронштейне, установленном на раме кузова. Размер между проушинами возвращающего аппарата уточняют при помощи регулировочного кольца 13, после чего съемную проушину и стяжку фиксируют штифтом. Детали возвращающего аппарата, находящиеся в корпусе, смазывают солидолом. Для снижения эксплуатационных расходов в проушины возвращающего аппарата установлены металлокерамические втулки 9.

Боковые опоры пружинного типа наряду с главными передают нагрузку от кузова раме тележек и являются второй ступенью подвешивания для боковой качки кузова. В связи с этим вторая ступень подвешивания для боковой качки более мягкая, чем для подпрыгивания и галопирования. Статическая нагрузка на каждую боковую опору (всего на тележке их четыре) составляет 4750 кгс. Боковые опоры воспринимают вертикальную нагрузку и снижают колебания кузова в горизонтальной плоскости.

Вертикальная нагрузка от кузова через опорную плиту 3 (рис. 108), прикрепленную к раме кузова, и верхний опорный стакан 4 опоры передается штоку 7, шаровые концы которого установлены между двумя упорами 9. Нижний упор лежит на торце регулировочного винта 14, установленного в нижней части подвижного стакана опоры. Между фланцами подвижного и опорного стаканов установлена пружина 10 боковой опоры.

Верхний стакан 4, воспринимающий непосредственно нагрузку от опорной плиты, изготавливают из чугуна ВЧ50-2 (ГОСТ 7293—70). Положение опорного стакана относительно рамы тележки фиксирует шарнирно закрепленная на ней скоба 22, которая также шарнирно прикреплена к стакану. Такое

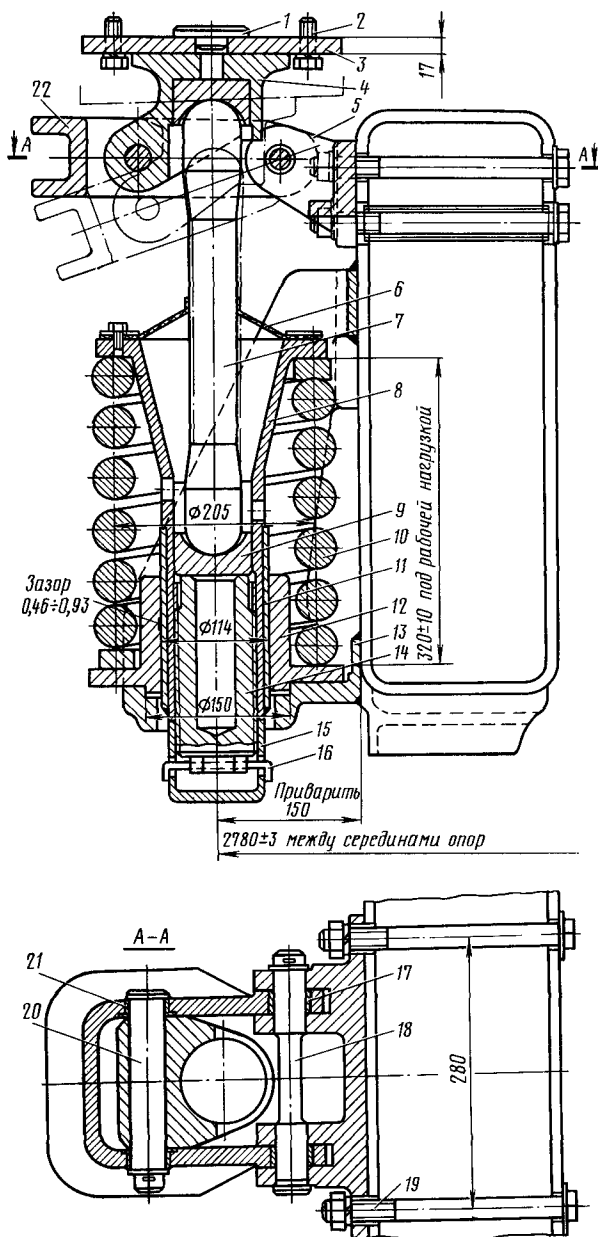


Рис. 108. Боковая опора кузова:

1 — разгрузочный упор; 2 — болты, укрепляющие верхнюю плиту; 3 — опорная плита; 4 — верхний (опорный) стакан; 5 — кронштейн шарнирной скобы; 6 — защитный чехол; 7 — шток; 8 — стакан подвижной; 9 — упор; 10 — пружина; 11 — направляющая втулка; 12 — опорный стакан; 13 — кронштейн боковой опоры; 14 — регулировочный винт; 15 — предохранительный колпачок; 16 — стопор; 17, 21 — втулки; 18, 20 — ролики; 19 — укрепляющие болты; 22 — шарнирная скоба

крепление скобы к раме тележки и опорного стакана к скобе обеспечивает свободное относительное перемещение кузова и рамы тележки в горизонтальной и вертикальной плоскостях без нарушения контакта между опорной плитой и стаканом боковой опоры.

В нижней части подвижного стакана на его наружной поверхности установлена втулка 11, изготовленная из стали 40 (ГОСТ 1050—60) с твердостью 35—40 НРС. Опорная плита, закрепленная на кузове, изготовлена из стали 50Г (ГОСТ 4543—71) с твердостью 45—50 НРС.

Усилие, передаваемое боковыми опорами, регулируют при сборке на прямом горизонтальном пути под нагрузкой полной служебной массы тепловоза. Высота пружины не должна отличаться более чем на ± 10 мм от замеренной высоты под рабочей нагрузкой 4750 кгс. Регулировку производят при помощи винта 14 таким образом, чтобы стержень винта через упор 9 воздействовал на шток 7 опоры и тем самым увеличивал или уменьшал передачу нагрузки данной опорой раме тележки. После регулировки положение винта фиксирует колпачок и стопор. Поверхность трения между опорной плитой 3 и опорным стаканом 4 смазывают солидолом.

Подвешивание массы кузова и тележки относительно колесных пар. Нагрузку от массы кузова и тележки передают осям колесных пар через буксы. Для обеспечения упругой связи между буксой колесной пары и рамой тележки установлено сбалансированное рессорное подвешивание, состоящее из системы листовых и пружинных рессор, связанных между собой при помощи балансиров.

Рессорное подвешивание (рис. 109) одной стороны тележки состоит из двух листовых 12 и шести спиральных цилиндрических пружин 5 и 16, соединенных между собой вдоль продольной оси тележки тремя буксовыми 1 и двумя рессорными 7 балансирными. Цилиндрические пружины установлены на оба конца буксового балансира, шарнирно подвешенного по центру к нижней точке буксы при помощи валика 18, который находится в металлокерамических втулках.

Листовые рессоры при помощи подвесок 8 соединены с рессорными балансирами, которые концами опираются на четыре средние цилиндрические пружины, установленные на буксовые балансиры. Две концевые спиральные пружины 16 размещены между буксовым балансиrom и рамой тележки.

Правильность установки элементов рессорного подвешивания проверяют на прямом горизонтальном пути при рабочем состоянии тепловоза. Разница в расстоянии между головкой рельса и передним и задним концом листовой рессоры (размеры а и б) должна быть не более 15—20 мм. Положение элементов рессорного подвешивания можно регулировать при помощи опорных шайб, устанавливаемых в опорные узлы цилиндрических

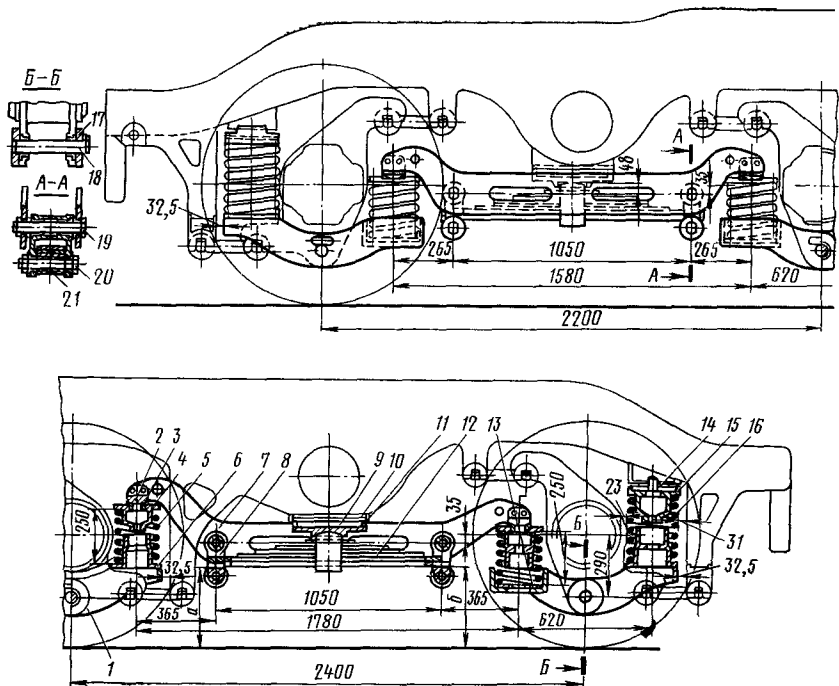


Рис. 109. Рессорное подвешивание:

1 — буксовый балансир; 2 — опора рессорных балансиров; 3 — гнездо опоры балансира; 4 — верхняя опора рессорной пружины, 5, 16 — цилиндрические пружины, 6 — нижняя опора пружинных рессор. 7 — рессорный балансир. 8 — подвески листовых рессор; 9 — резиновый амортизатор; 10 — наддрессорная опора; 11 — наддрессорная подушка; 12 — листовая рессора; 13 — опорная шайба; 14 — резиновый надпружинный амортизатор; 15 — регулирующая шайба; 17 — стопорная пластина; 18 — валик буксового балансира; 19, 20 — валики рессорного подвешивания; 21 — опора листовых рессор

пружин крайних колесных пар. Изменением толщины шайб регулируют положение звеньев рессорного подвешивания и изменяют распределение нагрузки колесных пар на рельсы.

Опорная шайба 13, установленная на буксовый балансир в узле опоры средней пружины, предназначена для стягивания пружины у ненагруженной тележки в период сборки. Шайба имеет центральное отверстие для прохода стержня болта, заворачиваемого в верхнюю опору рессорной пружины.

Для избежания роста амплитуды при резонансном колебании в системе имеются элементы, обеспечивающие рассеивание энергии колебаний. Система подвешивания обеспечивает гашение колебаний в результате сил трения в листовых рессорах и всех шарнирных узлах рессорного подвешивания, а также в резиновых амортизаторах, поглощающих высокочастотные и кратковременно действующие большие вертикальные силы. Для этой цели в узлах, непосредственно передающих нагрузку

на раму тележки, т. е. между опорными частями боковин рамы, крайними цилиндрическими пружинами и хомутом листовых рессор, установлены резиновые амортизаторы 9 и 14, изготовленные из резиновых пластин толщиной 10 мм, которые приклеивают клеем № 88 или привулканизируют к стальным пластинам. Полная высота амортизатора 44 мм.

Листовую рессору типа А (ГОСТ 7419—55) набирают из восьми листов пружинной стали 55С2 сечением 16×120 мм, соединенных хомутом, на который и опирается боковина рамы через резиновый амортизатор, установленный в надрессоренную опору. Листовые рессоры подвесками соединены с балансирами. Длина рессоры в свободном состоянии 1050 мм.

Рессорный балансир изготавливают из двух стальных листов толщиной 20 мм, которые попарно соединяют по концам литыми опорами балансиров 2 при помощи болтов диаметром 20 мм. Этими опорами рессорные балансиры опираются на пружины через опорные камни. Контактные поверхности опоры и камня имеют цилиндрическую форму, образованную соответственно радиусами 130 и 160 мм. Твердость контактных поверхностей 40—50 НРС.

Втулки шарниров рессорного подвешивания, изготовленные из металлокерамики, не требуют смазки. Втулки после изготовления пропитывают в масле.

Цилиндрические пружины в рессорном подвешивании двух типов. Крайние пружины имеют прогиб под рабочей нагрузкой, равной суммарному прогибу средних пружин вместе с прогибом листовых рессор. Эти пружины изготовлены из прутков стали 55С2 диаметром 38 мм. На тележку пружины подбирают с разностью высот под рабочей нагрузкой не более 3 мм.

Буксовые балансиры отлиты из стали 25ЛП и шарнирно соединены с корпусом буксы валиком диаметром 60 мм. На оба конца буксового балансира опираются цилиндрические пружины.

Передача тягового и тормозного усилия от колесной пары кузову локомотива. Сила тяги, образованная в результате взаимодействия колеса с рельсом при приложении крутящего момента, а равно и тормозная сила при нажатии тормозных колодок на бандаж передаются от оси колесной пары буксе и далее через буксовые поводки раме тележки. От рамы тележки тяговые и тормозные силы передают упоры главных маятниковых опор раме кузова и далее через автосцепку составу.

Таким образом, колесная пара локомотива реализует тяговые или тормозные силы, совершает сложное движение по рельсу и создает в процессе движения динамические нагрузки экипажу и рельсу. Непосредственным узлом, связывающим колесную пару с рамой тележки, является букса. Через буксы колесные пары на рельсы передают нагрузку от массы локомотива.

Буксы (рис. 110) соединяют с рамой тележки поводками, в головках которых установлены резиновые амортизаторы. При-

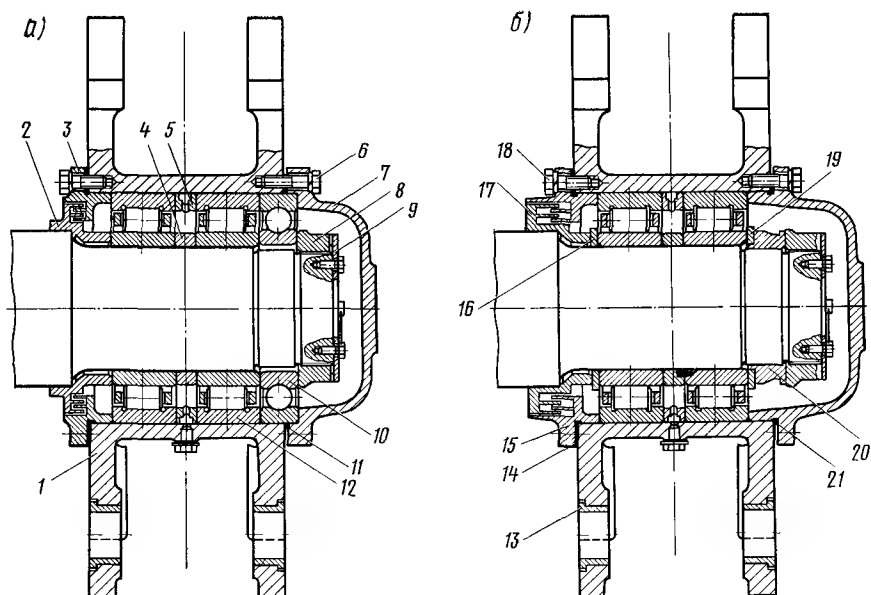


Рис. 110. Буксы осей тележки:

a — крайних; *б* — средней; 1 — корпус; 2, 17 — кольца лабиринтные; 3, 7, 15 — крышки, 4, 5 — кольца дистанционные; 6, 18 — болты; 8 — гайка; 9 — шайба стопорная; 10 — шариковый подшипник; 11, 21 — шнуры крученые; 12 — роликовый подшипник; 13 — втулка металлокерамическая; 14 — полукольцо проставочное; 16, 19 — кольца упорные роликоподшипника; 20 — проставка

менение резино-металлических амортизаторов в шарнирных узлах соединения буксы с рамой обеспечивает свободное относительное их перемещение в вертикальном и упругое (до ± 8 мм) в поперечном направлениях. В продольном направлении относительное смещение буксы и рамы тележки практически отсутствует, хотя и в этом направлении резиновые втулки являются амортизатором кратковременных больших усилий.

Конструктивно поводковая букса выполнена в виде цилиндрического корпуса, отлитого из стали 25ЛП с приливами для крепления поводков и буксового балансира. Диаметр расточки корпуса под подшипник $290 + 0,05$ мм. Буксы в собранном виде отличаются рядом внутренних деталей, наружной крышкой и комплектом подшипников в связи с тем, что средние колесные пары каждой тележки в отличие от крайних имеют поперечный разбег оси ± 14 мм, а к первой и шестой осям тепловоза присоединяют привод скоростемера. Наружные крышки букс крайних осей тепловоза для установки привода скоростемера имеют отверстие диаметром 115 мм.

В буксах крайних осей установлено по два радиальных однорядных с короткими цилиндрическими роликами подшипника

30-32532Л1М без бортов на внутреннем кольце, предназначенных для восприятия радиальных нагрузок. Осевые усилия, возникающие периодически при движении экипажа по рельсовому пути, воспринимают однорядные шариковые подшипники 80-232Л. В буксе установлено по одному подшипнику, разгруженному от радиальных сил. Для исключения осевого защемления подшипников колесной пары осевой разбег букс на крайних осях составляет 0,5—1,0 мм и ограничен величиной осевой игры шариковых подшипников.

В буксах средних осей установлено по два радиальных однорядных с короткими цилиндрическими роликами подшипника 30-152532Л1М без бортов на внутреннем кольце и плоскими упорными кольцами 16 и 19, воспринимающих периодически возникающие осевые усилия и ограничивающих поперечные перемещения оси (± 14 мм) относительно корпуса буксы.

Роликовые подшипники, устанавливаемые на одну шейку, подбирают по радиальному зазору и по величине натяга, который у двух подшипников с учетом натяга не должен отличаться более чем на 0,03 мм. Радиальный зазор роликовых подшипников 0,13—0,19 мм. Величина натяга внутреннего кольца 0,035—0,055 мм.

Шариковые подшипники, устанавливаемые на одну ось, не должны иметь осевой разбег, отличающийся более чем на 0,1 мм.

Внутренние и наружные кольца роликовых подшипников разделены дистанционными кольцами 4 и 5. Наружные кольца подшипников вставляют в корпус буксы по скользящей посадке.

С внутреннего торца букса закрыта лабиринтными кольцами 2 и 17, насаженными на предподступичную часть оси, и крышками 3 и 15. Выточки в кольце и крышке образуют лабиринт, предохраняющий полость буксы от попадания инородных предметов и вытекания смазки.

С наружной стороны букса закрыта крышкой 7, под которой установлен крученный шнур 21 для уплотнения. Под крышками 3 и 15 установлены проставочные полукольца 14. Толщина полуколец определяется из условия центрального положения корпуса буксы относительно середины роликовых подшипников средних осей при среднем положении колесной пары относительно тележки. Пространство в лабиринте задней крышки, а также между задней крышкой и подшипниками и со стороны передней крышки заполнено консистентной смазкой ЖРО.

В приливах корпуса буксы сделаны клиновые пазы для установки хвостовиков валиков амортизаторов поводков, которые изготовлены из стали 25Л-II (ГОСТ 977—65). Поводки букс (рис. 111) соединяют буксы с рамой тележки и воспринимают силу тяги или торможения. Поводок выполнен в виде тяги с двумя шарнирами, которые представляют собой резино-металлический блок (амортизатор), состоящий из резиновой

втулки, запрессованной между цилиндрическим валиком и наружной металлической втулкой. Поверхности трения перед запрессовкой смазывают смесью 30% касторового масла и 70% этилового спирта. Амортизаторы исключают наличие технологических зазоров в шарнире. Концы валика выполнены в виде клиновых трапецевидных хвостовиков для установки в пазы буксы и кронштейна рамы тележки.

По условиям компоновки поводки буксы отличаются размерами головок, в которые запрессованы амортизаторы с натягом 0,07—0,16 мм. В связи с этим двойной амортизатор 1 отличается от одинарного 6 только длиной валика и дистанционным кольцом 3, устанавливаемым между отдельными амортизаторами при запрессовке в головку поводка.

Поводок буксы имеет четыре торцовых амортизатора 2, изготовленных из двух металлических шайб, между которыми привулканизировано резиновое кольцо толщиной 16 мм. Наружное кольцо, имеющее клиновое отверстие, надевают на хвостовик валика цилиндрического амортизатора, установленного в головку поводка. Внутреннюю шайбу амортизатора соединяют с торцом поводка четырьмя штифтами диаметром 6 мм. Торцовые амортизаторы, собранные на поводке буксы, сжимаются на 3 мм упорными полукольцами 4, вставляемыми в проточку на хвостовике валика.

При относительном вертикальном смещении рамы тележки и буксы поводок поворачивается на некоторый угол. Валики амортизаторов жестко укреплены в клиновых пазах буксы и рамы и поворачиваться не могут. Поворот буксового поводка

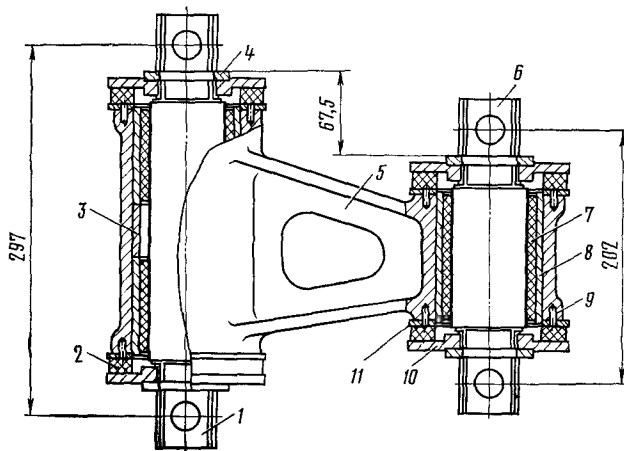


Рис. 111. Поводок буксы:

1 — амортизатор двойной; 2 — амортизатор торцовый; 3 — дистанционное кольцо; 4 — упорные полукольца; 5 — тяга поводка; 6 — амортизатор одинарный; 7 — резиновое кольцо; 8 — наружная втулка амортизатора; 9 — штифт для фиксации торцового амортизатора; 10 — наружное кольцо; 11 — внутренняя шайба

происходит только благодаря деформации резиновых втулок и шайб. Выбор положения поводков учитывает необходимость уменьшения деформаций резиновых амортизаторов при относительно перемещении буксы и рамы тележки.

Предварительное поджатие резины амортизаторов обеспечивает стабильность характеристик при деформациях. Формирование цилиндрических резино-металлических амортизаторов путем запрессовки резиновой втулки с определенным поджатием увеличило долговечность работы амортизатора в сравнении с другими методами их изготовления.

Тормозное оборудование, песочная система и воздухопровод пневматической системы управления

Тормозное оборудование. На тепловозе установлены три вида фрикционных колодочных тормозов: вспомогательный прямодействующий (локомотивный), автоматический (поездной) и ручной. Вспомогательный тормоз действует только на тормозные колодки колесных пар тепловоза. Автоматический (поездной) тормоз выполнен с пневматическим и электропневматическим управлением нажатия колодок на бандажи колесных пар поезда. Пневматический тормоз приходит в действие при понижении давления сжатого воздуха в тормозной магистрали и отпускает тормоза при повышении давления, а электропневматический — без снижения давления воздуха в магистрали.

Ручной тормоз, установленный в передней кабине машиниста как резервный для фиксации тепловоза на стоянке, соединен с рычажной системой пневматического тормоза и действует на три пары колодок передней тележки.

Установка на тепловозе пневматического и электропневматического тормозов, отличающихся системой управления, предусматривает наличие тормозных приборов и устройств для работы пневматической и электрической схем. Работа электропневматического тормоза основана на использовании в тормозном цилиндре энергии сжатого воздуха при электрическом управлении тормозными процессами. При порче электрического управления тормоза действует пневматическое. Поэтому на тормозе дополнительно к тормозному оборудованию пневматического тормоза устанавливают источник электрической энергии постоянного и переменного тока, контроллер, электровоздухораспределитель, блок управления, провода, розетки и другое оборудование.

Тормозное оборудование автоматической тормозной системы тепловоза состоит из тормозных приборов, рычажной передачи, воздухо- и электропроводов. По назначению тормозные прибо-

ры, установленные на тепловозе, разделяют на приборы питания, приборы управления и приборы торможения. К приборам питания относятся: тормозной компрессор, главные резервуары, регуляторы давления, предохранительные клапаны и др.; к приборам управления: кран машиниста с контроллером усл. № 395-000, кран вспомогательного тормоза локомотива усл. № 254, блок питания БП-ЭПТ-11, блок управления БУЭПТ-11, манометры, вольтметры, скоростемер, кран двойной тяги и др., а к приборам торможения — воздухораспределитель усл. № 292-001, электровоздухораспределитель усл. № 305-000, реле давления усл. № 304, тормозные цилиндры и запасные резервуары.

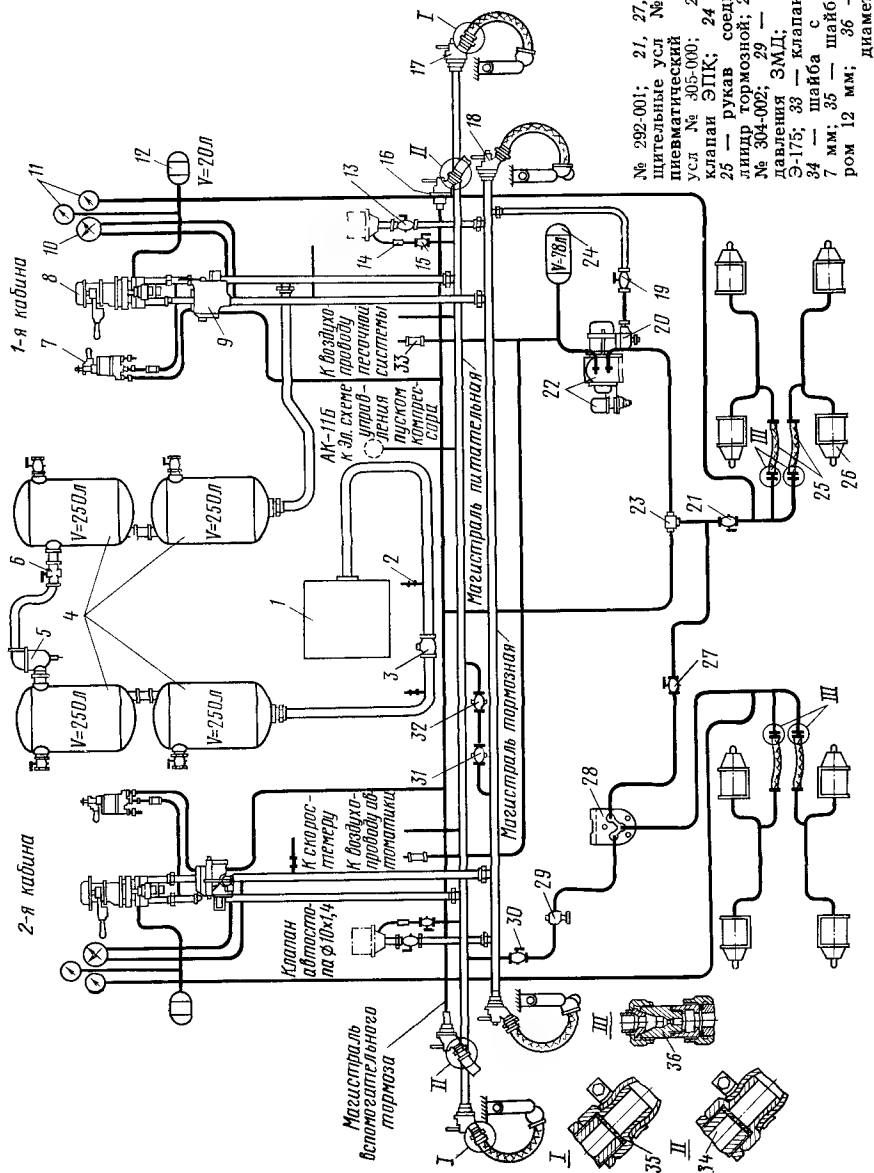
Электрическая цепь электропневматического тормоза состоит из рабочего провода для управления электровоздухораспределителем и контрольного провода для сигнализации машинисту о состоянии цепей управления. В рабочий провод подается постоянный ток. Изменение полярности обеспечивает управление электропневматическим тормозом. В качестве обратного провода (заземления) служат рельсы. При зарядке и отпуске тормозов (отключении питания цепей управления постоянным током) в линейный рабочий провод подают переменный ток, который, протекая через все межвагонные соединения и перемишку концевого вагона, поступает в контрольный провод и возвращается на локомотив. При исправной цепи загорается сигнальная лампа на пульте управления.

Воздухопровод тормоза тепловоза ТЭП70 из-за установки тормозного компрессора с электрическим приводом отличается от схемы воздухопровода тепловоза ТЭП60 тем, что отсутствует магистраль блокировки компрессоров при работе тепловозов по системе двух единиц и регулятор давления ЗРД заменен регулятором АК-11Б.

Тормозное оборудование размещено в кузове и на тележке. На тележке установлены тормозные цилиндры, рычажная передача и трубопровод питания тормозных цилиндров. Остальное оборудование размещено в кузове тепловоза.

Воздух от компрессора 1 (рис. 112) поступает в соединенные главные резервуары 4 общим объемом 1000 л, установленные в кузове тепловоза так, что поверхности нижних двух резервуаров охлаждаются наружным воздухом. Тормозной компрессор приводится во вращение электродвигателем ЭКТ-3 постоянного тока. Номинальная частота вращения вала мотор-компрессора 1000 об/мин. При давлении воздуха $8,5 \text{ кгс/см}^2$ электродвигатель выключается, а при давлении $7,5 \text{ кгс/см}^2$ — включается. Производительность компрессора $216 \text{ м}^3/\text{ч}$. На грубопроводе между компрессором и главными резервуарами установлены обратный клапан 3 и предохранительный клапан 2, который отрегулирован на давление $10,7 \text{ кгс/см}^2$. Для выделения масла, попадающего из тормозного компрессора в воздух,

Рис. 112. Схема пневматического тормоза;



на трубопроводе между вторым и третьим резервуарами установлен маслоотделитель 5 и спускной кран.

Воздух давлением 8 кгс/см^2 из главных резервуаров попадает в питательную магистраль, из которой подводится к крану машиниста 8 и крану вспомогательного тормоза локомотива 7; устройству блокировки тормоза 9, обеспечивающему переключение тормозной системы двухкабинного локомотива при смене кабины управления; к реле давления 28 через клапан максимального давления 29, отрегулированный на давление $4,2 \text{ кгс/см}^2$; к пневматической системе песочниц и к воздухопроводу автоматики, обеспечивающему питание различных вспомогательных приборов (тифоны, стеклоочистители, цилиндры привода жалюзи холодильника и вращения кассет воздухоочистителя дизеля). Воздух через кран машиниста попадает в магистраль, а оттуда через разобщительный кран 13 к клапану автостопа, к воздухораспределителю 20 и электровоздухораспределителю 22, а через концевой кран 18 и соединительный рукав в тормозную магистраль поезда, где поддерживается давление $5\text{--}5,2 \text{ кгс/см}^2$.

Воздух из тормозной магистрали через воздухораспределитель попадает в запасной резервуар 24, из которого при торможении поступает в тормозные цилиндры 26 передней тележки. Из питательной магистрали воздух через реле давления 28, повторяющее режимы торможения воздухораспределителя, попадает в тормозные цилиндры второй тележки.

При торможении локомотива краном вспомогательного тормоза 7 воздух из питательной магистрали через устройство 9 и переключательные клапаны 23 поступает в тормозные цилиндры передней тележки. Тормозные цилиндры второй те-

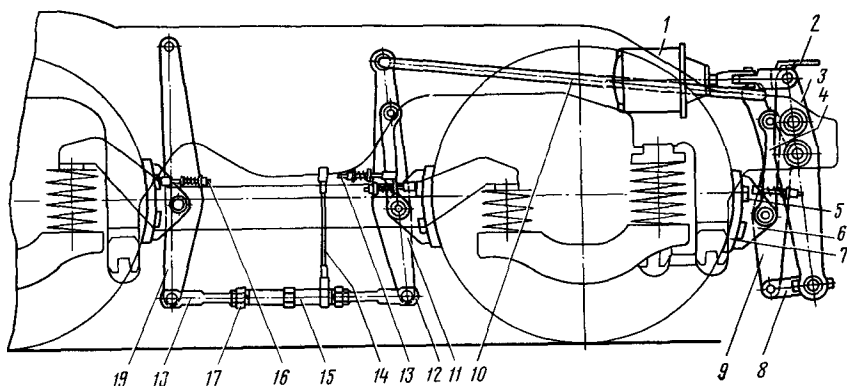


Рис. 113. Схема рычажной передачи тормоза:

1 — цилиндр тормозной; 2 — балансир ручного тормоза; 3, 9, 11 — рычаги; 4, 9 — подвески; 5 — чека; 6 — башмак; 7 — тормозная колодка; 8, 12, 18 — вилки; 10 — тяга; 13 — винт регулировочный; 14 — трос предохранительный; 15 — муфта; 16 — регулировочная тяга; 17 — контргайка

лежки наполняются через реле давления 28. Кран отключает действие воздухораспределителя от тормозного цилиндра при помощи переключательного клапана 23. Управление тормозами поезда и тепловоза осуществляется краном машиниста.

Пневматическая схема тормоза исключает возможность одновременного управления двумя кранами. Таким образом, питание воздухом тормозных цилиндров передней тележки из запасного резервуара при пневматическом управлении осуществляется через воздухораспределитель усл. № 292-001, а при электропневматическом управлении — через электровоздухораспределитель усл. № 305-000. Питание воздухом тормозных цилиндров задней тележки происходит во всех случаях из питающей магистрали через реле давления 28.

На каждой тележке установлены четыре тормозных цилиндра диаметром 254 мм, каждый из которых через систему рычажной передачи тормоза действует на три тормозные колодки, т. е. на две тормозные колодки одного колеса и одну колодку смежного колеса. Приборы питания, управления и торможения являются унифицированными для разных локомотивов.

Рычажная передача тормоза (рис. 113) передает усилие сжатого воздуха от штока поршня тормозного цилиндра колодкам, прижимаемым к бандажам колесных пар. На рис. 113 показана схема передачи усилия от одного тормозного цилиндра двум колодкам одного и одной колодке смежного колеса. Передаточное число рычажной передачи, характеризующее увеличение усилия нажатия тормозных колодок относительно силы давления воздуха на поршень, от одного тормозного цилиндра трем чугунным колодкам 5,45. Суммарное нажатие колодок тепловоза при давлении воздуха в тормозном цилиндре 4 кгс/см^2 около 79 400 кгс. Удельное давление колодки на бандаж около 7 кгс/см^2 .

Рычажная передача тормоза позволяет устанавливать чугунные или неметаллические колодки. Замена чугунных колодок неметаллическими требует перестановки валиков в крайних вертикальных рычагах 3 из нижнего в верхнее положение для уменьшения передаточного числа рычажной передачи и соответствующего снижения коэффициента нажатия колодок.

Рычажная передача тормоза позволяет производить ручную регулировку изменения зазоров между бандажами и тормозными колодками. Регулировка выхода штока возможна перестановкой валиков в вилках тормозных тяг 10 и при помощи регулировочной муфты 15. Равномерность зазора может дополнительно обеспечиваться регулировочным винтом 13. Для регулирования равномерного зазора между контуром каждой колодки и бандажа установлено по две регулировочных тяги 16 с пружиной, натяжение которой регулируют наворачиванием гайки. Выход штока тормозных цилиндров при чугунных колодках 50—75 мм. Максимальный ход штока 180 мм.

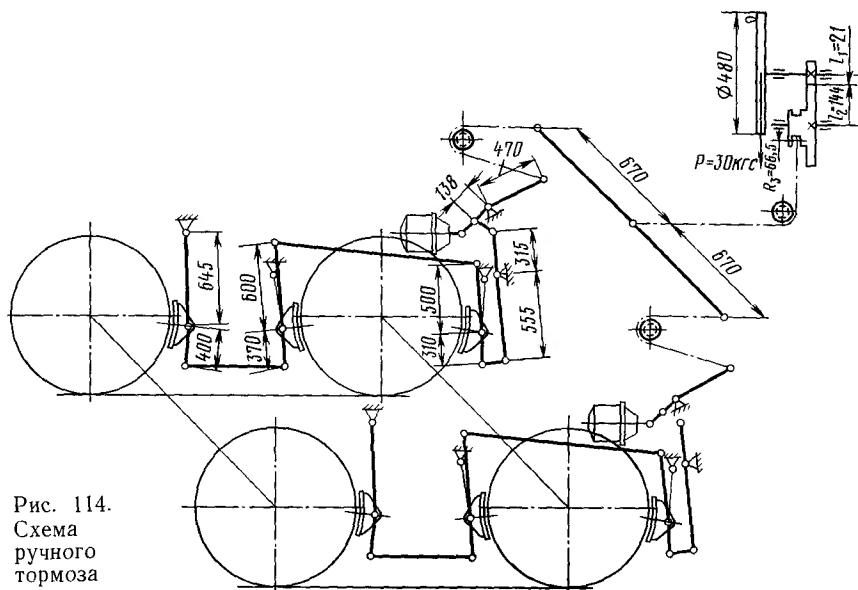


Рис. 114.
Схема
ручного
тормоза

Ручной тормоз (рис. 114) размещен в передней кабине машиниста в средней части пульты управления. Ручное торможение или отпуск осуществляется вращением маховика, который через редуктор с передаточным отношением 24,8 наматывает цепь на барабан привода. Система привода ручного тормоза должна иметь свободный ход в пределах 1,5—2,5 оборота маховика. Цепь перемещает балансир, который с цепью соединен при помощи вилки, позволяющей производить регулировку свободного хода путем изменения установки оси в отверстия вилки. Балансир по концам соединен цепью с рычажной передачей пневматического тормоза на левой и правой стороне тележки и действует на четыре тормозные колодки первой и две смежные колодки второй оси колесной пары.

Полное передаточное отношение привода, включая рычажную передачу тормоза тележки, 233,6.

Песочная система тепловоза. По условиям компоновки оборудования тепловоза четыре песочных бункера 1 (рис. 115) установлены в верхней части тамбуров передней и задней кабин. Бункера сварены из алюминиевых листов. Заполнение бункеров песком возможно с эстакады экипировочных устройств, так как заправочные горловины расположены на крыше тепловоза. Общий объем бункеров 800 кг. Песок из каждого бункера поступает под переднее или заднее колесо тележки в зависимости от направления движения тепловоза. Форсунки обычной конструкции состоят из корпуса, к которому подводится песок из бункера и сжатый воздух от воздухораспределителя песочниц.

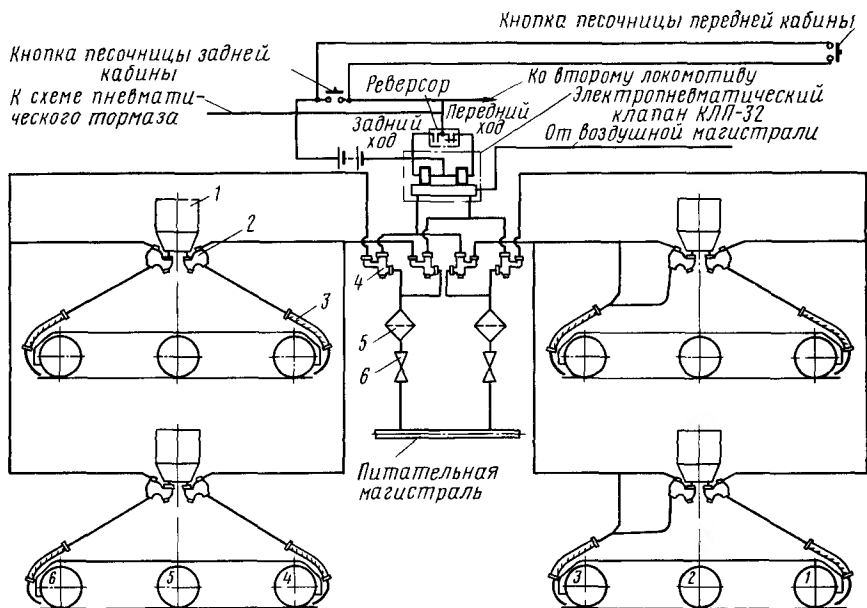


Рис. 115. Схема песочной системы тепловоза:

1 — бункер песочницы; 2 — форсунка песочницы усл. № ОНЗ-64; 3 — рукав; 4 — воздухораспределитель усл. № ОН11-61; 5 — фильтр усл. № Э-114 сб.; 6 — край усл. № 383 сб.

При включении кнопки возбуждается электропневматический клапан, который открывает проход воздуха давлением $5,5\text{--}6,0\text{ гс/см}^2$ от воздушной магистрали автоматики к воздухораспределителю песочниц. Последний срабатывает, и воздух из питательной магистрали давлением $7\text{--}8\text{ кгс/см}^2$ поступает в форсунки песочниц. На тепловозе установлено четыре воздухораспределителя: два для подачи песка под передние колеса тележек и два — под задние. Управление подачей песка осуществляется из кабин машиниста.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Верхогляд В. Е., Михневич Г. А. Задачи в области тепловозных электропередач в предстоящей пятилетке. Труды НИИ завода «Электротяжмаш». Вып. 2. Харьков, 1971, с. 3—6.

Жилин Г. А., Малинов М. С., Родов А. М. и др. Пассажирский тепловоз ТЭП60. М., «Транспорт», 1971, 376 с.

Липовка В. И., Хижняков В. Г. Тиристорная схема возбуждения тепловоза ТЭ109. «Электрическая и тепловозная тяга», 1970, № 11, с. 29—32.

Липовка В. И. Система регулирования электропередачи новых тепловозов. Труды НИИ завода «Электротяжмаш», Вып. 2, Харьков, 1971, с. 31—40.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
--------------------	---

Г л а в а I

Компоновка основных узлов и агрегатов тепловоза

Конструктивные особенности	5
Техническая характеристика тепловоза	13
Тяговые и теплотехнические характеристики	14

Г л а в а II

Компоновка и основная техническая характеристика дизель-генератора 2А-9ДГ

Компоновка дизель-генератора	20
Техническая характеристика дизель-генератора	25
Конструкция основных узлов дизеля	27
Системы дизеля	52
Объединенный регулятор	65

Г л а в а III

Системы тепловоза, приводы и вспомогательные агрегаты

Водяная система	71
Масляная система	77
Топливная система	79
Охлаждающее устройство воды, масла и наддувочного воздуха дизеля	82
Централизованная система воздушного охлаждения электрических агрегатов	109
Воздухоочиститель дизеля	117
Глушитель шума	121
Противопожарная установка	122
Приводы вспомогательных агрегатов	125

Г л а в а IV

Электрическое оборудование тепловоза

Принципиальная схема и основные характеристики электрической передачи	131
Электрическая схема тепловоза	150
Электрические машины	177
Выпрямительная установка	185
Электрические аппараты	188

Г л а в а V

Экипаж тепловоза

Кузов	193
Тележки	199
Тормозное оборудование, песочная система и воздухопровод пневматической системы управления	225
Использованная литература	231